

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/306110317>

# Sistem Informasi Geografis:Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi

Book · June 2013

---

CITATIONS

27

READS

18,384

1 author:



Edy Irvansyah

Binus University

37 PUBLICATIONS 111 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

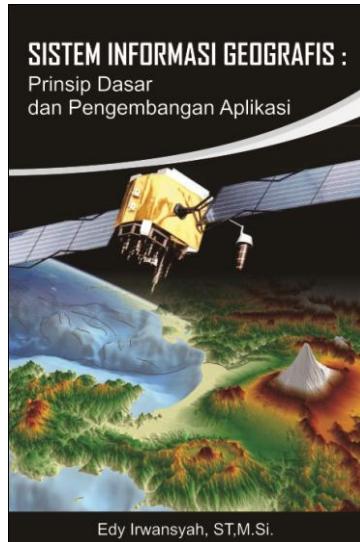


Image segmentation model using region growing algorithm for land cover identification and classification [View project](#)



Model for Earthquake Non-Engineered Building House Damage Hazard Determination [View project](#)

# SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi



**Edy Irwansyah**

Diterbitkan oleh:

**digibooks**<sup>TM</sup>  
Printing and Publishing

Yogyakarta, 2013



# **SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS:**

## **Prinsip Dasar dan Pengembangan**

### **Aplikasi**

Edy Irwansyah

# SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi

ISBN : xxxxx  
Penulis : Edy Irwansyah

@2013 Penerbit Digibooks  
Jl. Kaliurang KM.5 Gg. Sitisonya No. 95 Yogyakarta  
Telp. (0274) 321 4924  
E-mail : [digibooks.id@gmail.com](mailto:digibooks.id@gmail.com)

Cetakan I, Juni 2013

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.  
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun termasuk menggunakan mesin fotocopy, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama terima kasih kepada ALLAH atas rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku yang keempat dengan judul Sistem Informasi Geografis (SIG): Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi.

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem informasi yang unik karena menggunakan data spasial telah direferensikan sebagai input data dan informasi yang dihasilkan merupakan solusi untuk memecahkan masalah spasial yang mungkin tidak dapat diselesaikan dengan sistem informasi yang lain. Materi dalam buku ini merupakan materi pengajaran pada program sarjana (S1) mata kuliah Sistem Informasi Geografis (T0234) di Jurusan Teknik Informatika, School of Computer Science Bina Nusantara University dan hasil penelitian dalam bidang SIG yang melibatkan mahasiswa tingkat akhir dalam pelaksanaannya. Buku ini juga dapat digunakan bagi pemula yang berminat mempelajari SIG juga pengguna berpengalaman yang akan mengeksplorasi metode pengembangan aplikasi SIG baik dalam *platform* yang berbasis *desktop* maupun *web*. Buku ini cocok baik mahasiswa sarjana (S1) dan pasca sarjana (S2) di bidang geografi, geodesi/ geomatika, geoinformatika, teknik informatika dan sistem informasi.

Buku ini secara garis besar terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian yang membahas prinsip dasar sistem informasi geografis dan bagian kedua merupakan contoh pengembangan aplikasi SIG. Bagian pertama terdiri dari tiga belas sub bagian (Bab) yaitu dasar SIG, data spasial, spasial data modeling, data analisis, pemodelan analitis pada SIG, keluaran SIG, SIG yang terdistribusi dan terbuka, pengembangan metode komputer untuk menangani data spasial, berbagai issue di bidang SIG, manajemen basis data SIG, desain proyek SIG dan manajemen, dan masa depan SIG. Bagian kedua terdiri dari dua sub bagian (Bab) meliputi

pengembangan aplikasi SIG berbasis *desktop* dan pengembangan aplikasi SIG berbasis *web*.

Penulisan buku ini tidak dapat dipisahkan dari kontribusi berbagai pihak terutama saudara Irvan Sanjaya, Octavianus dan Jen Asky untuk Bab Aplikasi SIG berbasis *Desktop*, Sena Adhinugraha dan Tri Datara Wijaya untuk Bab Aplikasi SIG berbasis *Web*, mahasiswa jurusan Teknik Informatika, Bina Nusantara University kelas SIG semester ganjil tahun ajaran 2011/ 2012, rekan-rekan pengajar mata kuliah SIG dan civitas akademika di Jurusan Teknik Informatika Bina Nusantara University. Terima kasih juga penulis sampaikan untuk rekan-rekan staf di LRC Bina Nusantara University atas saran saran mengenai susunan dan kelengkapan buku untuk memenuhi prasyarat sebagai bahan ajar perkuliahan.

Buku ini dalam proses penulisannya tidak terlepas dari kelemahan dan kekurangan, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang konstruktif dari pembaca guna perbaikan materi buku. Harapan utama penulis, dengan kehadiran buku ini dapat memberikan kontribusi dalam khasanah pengetahuan, khususnya di bidang sistem informasi geografis.

Jakarta, Juni 2013

Penulis

[edirwan@binus.ac.id](mailto:edirwan@binus.ac.id)

[edirwan@yahoo.com](mailto:edirwan@yahoo.com)

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar .....</b>	i
<b>Daftar Isi .....</b>	iii
<b>Daftar Gambar .....</b>	vii
<b>BAB 1. DASAR SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS .....</b>	1
1.1. Sistem Informasi Geografis (SIG) .....	1
1.2. Konsep <i>Real Word</i> .....	3
1.3. Data <i>Raster</i> dan Data Vektor .....	7
1.4. Sumber Data Spasial .....	10
1.5. Komponen Sistem Informasi Geografis .....	11
<b>BAB 2. DATA SPASIAL .....</b>	14
2.1. Pengertian dan Perkembangan Data Spasial .....	14
2.2. Pengertian Peta dan Hubungannya dengan Data Spasial ....	16
2.3. Sumber Data Spasial .....	17
2.4. Entitas Spasial .....	20
2.5. Model Data Spasial .....	22
<b>BAB 3. SPATIAL DATA MODELLING .....</b>	35
3.1. Data Spasial .....	35
3.2. Kelebihan dan Kekurangan Data <i>Raster</i> dan Vektor .....	41
3.3. Metode Penyimpanan Data <i>Raster</i> .....	44
3.4. Model Data Vektor .....	46
3.5. Pemodelan Data Spasial .....	49
<b>BAB 4. DATA ANALYSIS .....</b>	52
4.1. Pengukuran pada Sistem Informasi Geografis .....	52
4.2. Analisa Spasial .....	55
<b>BAB 5. PEMODELAN ANALITIS PADA SIG .....</b>	63
5.1. Sistem Informasi Geografis (SIG) ...	63
5.2. Bentuk Dasar Model <i>GIS</i> .....	65
5.3. Proses Pemodelan Fisik dan Lingkungan ....	68
5.4. Proses Pemodelan Lingkungan Manusia .....	71
5.5. Proses Pemodelan Pengambilan Keputusan .....	72

<b>BAB 6. KELUARAN SIG .....</b>	74
6.1. Subsistem Sistem Informasi Geografis (SIG) .....	74
6.2. Data <i>Output</i> SIG .. ....	77
6.3. Elemen Dasar Peta .. ....	81
6.4. Mekanisme <i>Output Delivery</i> .. ....	84
<b>BAB 7. SIG YANG TERDISTRIBUSI DAN TERBUKA (DISTRIBUTED AND OPEN GIS .. ....)</b>	88
7.1. Definisi .. ....	88
7.2. Keunggulan Internet <i>GIS</i> .. ....	90
7.3. <i>Distributed GIS</i> .. ....	90
7.4. <i>OpenGIS</i> .. ....	94
7.5. <i>OpenGIS Consortium (OGC)</i> .. ....	96
Soal Latihan Bab 1- Bab 7 .. ....	99
<b>BAB 8. PENGEMBANGAN METODE KOMPUTER UNTUK MENANGANI DATA SPASIAL .. ....)</b>	103
8.1. Penanganan Data Spasial secara Manual .. ....	103
8.2. Metode Komputer untuk Menangani Data Spasial .. ....	105
8.3. Perkembangan SIG .. ....	107
<b>BAB 9. BERBAGAI ISU DI BIDANG SIG: KUALITAS DATA .. ....</b>	113
9.1. Kualitas Data .. ....	113
9.2. Sumber-sumber Kesalahan dalam SIG .. ....	115
9.3. Model Kesalahan pada SIG .. ....	122
9.4. Pengelolaan Kesalahan pada SIG .. ....	123
<b>BAB 10. BERBAGAI ISU DI BIDANG SIG : ISU MANUSIA DAN ORGANISASI .. ....)</b>	124
10.1. Tingkat Penerapan SIG .. ....	124
10.2. Aplikasi SIG dalam Bidang Bisnis .. ....	125
10.3. Pengguna <i>GIS</i> .. ....	127
10.4. Pertimbangan Menggunakan <i>GIS</i> .. ....	132
10.5. Peran SIG dalam Suatu Organisasi .. ....	132

<b>BAB 11. MANAJEMEN BASISDATA SIG .....</b>	134
11.1. Sistem Managemen Basisdata (DBMS) .....	134
11.2. Pengelolaan Basisdata SIG .....	136
11.3. Kesalahan Umum dalam Pembuatan Data Spasial .....	141
11.4. Model Basisdata .....	142
11.5. Pengembangan Basisdata SIG .....	145
<b>BAB 12. DESAIN PROYEK SIG DAN MANAJEMEN .....</b>	148
12.1. Desain Proyek SIG .....	148
12.2. Manajemen Proyek .....	153
12.3. <i>Tools</i> dalam Manajemen Proyek SIG .....	158
<b>BAB 13. MASA DEPAN SIG .....</b>	166
13.1. Awal Perkembangan Teknologi SIG .....	166
13.2. Teknologi SIG pada Abad 20-an .....	170
Daftar Pustaka .....	179
Latihan Soal Bab 8 – Bab 13 .....	181
<b>BAB 14. APLIKASI SIG BERBASIS DESKTOP .....</b>	183
14.1. Pendahuluan .....	183
14.2. Metode Penelitian .....	185
14.3. Hasil dan Pembahasan .....	197
Daftar Pustaka .....	204
<b>BAB 15. APLIKASI SIG BERBASIS WEB .....</b>	205
15.1. Pendahuluan .....	205
15.2. Tujuan Pengembangan .....	207
15.3. Metodologi .....	207
15.4. SIG Berbasis Web dan <i>Platform Google</i> .....	211
15.5. Permasalahan dan Solusi Pengembangan .....	212
15.6. Hasil Pengembangan .....	213
Daftar Pustaka .....	221



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Tampilan konsep <i>real world</i> .....	3
Gambar 1.2. Tampilan data <i>raster</i> dan data vektor .....	4
Gambar 1.3. Contoh data vektor .....	5
Gambar 1.4. Contoh data <i>raster</i> .....	6
Gambar 1.5. Contoh <i>cell</i> pada data <i>raster</i> .. ....	8
Gambar 1.6. Ukuran Piksel .....	8
Gambar 1.7. Contoh obyek <i>polygon</i> dalam <i>raster</i> piksel ... ..	9
Gambar 1.8. Contoh koordinat kartesian .. ....	10
Gambar 1.9. Komponen SIG .. ....	11
Gambar 1.10. Contoh <i>computer system and software</i> .. ....	12
Gambar 1.11. Contoh data spasial berupa <i>raster</i> dan vektor .. ....	12
Gambar 1.12. Contoh sistem basis data .. ....	13
Gambar 1.13. Contoh entitas sumber daya manusia .. ....	13
Gambar 2.1. Perbandingan jenis skala .. ....	17
Gambar 2.2. Contoh data spasial primer .. ....	18
Gambar 2.3. Contoh data spasial sekunder .. ....	19
Gambar 2.4. Contoh obyek geografis entitas titik .. ....	20
Gambar 2.5. Contoh obyek geografis entitas garis .. ....	21
Gambar 2.6. Contoh obyek geografis entitas area .. ....	21
Gambar 2.7. Klasifikasi model data spasial .. ....	22
Gambar 2.8. Struktur model data <i>raster</i> .. ....	23
Gambar 2.9. Struktur penyimpanan model data <i>raster</i> .. ....	24
Gambar 2.10. Ukuran sel/ piksel .. ....	24
Gambar 2.11. Poligon yang direpresentasikan dalam berbagai macam ukuran sel/piksel .. ....	25
Gambar 2.12. Atribut lokasi dalam setiap sel/ piksel .. ....	26
Gambar 2.13. Informasi luasan data <i>raster</i> .. ....	26
Gambar 2.14. Foto udara ( <i>raster</i> ) ditampilkan sebagai latar dari layer jalan (vektor) .. ....	28
Gambar 2.15. Data <i>raster</i> dalam memodelkan permukaan bumi .. ....	29

Gambar 2.16. Data <i>raster</i> dalam mengklasifikasi data tutuhan lahan .....	29
Gambar 2.17. Contoh representasi data vektor dan atributnya ..	31
Gambar 2.18. Tabel perbandingan struktur data vektor dan <i>raster</i> .....	34
Gambar 3.1. Contoh tipe <i>surface</i> .. .	39
Gambar 3.2. Model data <i>network</i> .. .	39
Gambar 3.3. Model data spasial dan vektor .. .	44
Gambar 3.4. <i>Run Length Encoding</i> .. .	45
Gambar 3.5. <i>Block Encoding</i> ... .	45
Gambar 3.6. <i>Chain Encoding</i> .. .	45
Gambar 3.7. <i>Quadtree Data Structure</i> .. .	46
Gambar 3.8. Konektiviti, kontiguiti dan definisi area .. .	47
Gambar 3.9. <i>Layered Approach</i> pada SIG .. .	49
Gambar 3.10. <i>Object-oriented Approach</i> .. .	49
Gambar 3.11. <i>Modelling the third dimension</i> .. .	50
Gambar 3.12. <i>Modelling the fourth dimension</i> .. .	51
Gambar 4.1. Rumus jarak phitagoras .. .	53
Gambar 4.2. <i>Vector GIS</i> measurement .. .	53
Gambar 4.3. Perhitungan jarak dan area .. .	54
Gambar 4.4. Contoh data spasial dan atributnya .. .	55
Gambar 4.5. <i>Vector overlay</i> : (1) <i>point-in-polygon</i> , (2) <i>line-in-polygon</i> , (3) <i>polygon on polygon</i> ( <i>using add</i> ) and <i>polygon on polygon</i> ( <i>Boolean alternatives</i> ) .. .	57
Gambar 4.6. <i>Raster overlay</i> .. .	57
Gambar 4.7. <i>Spatial interpolasi-local interpolasi</i> .. .	58
Gambar 4.8. <i>Exact Interpolation</i> .. .	59
Gambar 4.9. <i>Inexact Interpolation</i> .. .	59
Gambar 4.10. Contoh <i>the shortest path problem</i> .. .	62
Gambar 5.1 Alur proses <i>GIS</i> .. .	65
Gambar 5.2. Model analog dan skala .. .	66
Gambar 5.3. Model konseptual .. .	67
Gambar 5.4. Model matematika .. .	68

Gambar 5.5. Motodologi estimasi gas buang (emisi) dengan perangkat SIG .....	69
Gambar 5.6. Model konseptual analisa kebakaran hutan dengan SIG .....	70
Gambar 5.7. Penurunan <i>variable</i> Daerah Aliran Sungai (DAS) dari DEM .....	71
Gambar 5.8. Persentase antara <i>actual</i> dan <i>predicted sales</i> di The Specialty Depot's store network in Toronto, Ontario, Canada .....	72
Gambar 5.9. Pengaplikasian pembobotan kriteria pada data <i>raster</i> .....	73
Gambar 6.1. Diagram sub sistem dari SIG .....	75
Gambar 6.2. Contoh peta sebagai hasil SIG .....	78
Gambar 6.3. Peta sebagai hasil cartographic output .....	79
Gambar 6.4. <i>Output</i> SIG multimedia .....	79
Gambar 6.5. <i>Output</i> SIG non cartographic .....	80
Gambar 6.6. Komponen peta .....	82
Gambar 6.7. Simbolisasi kartografis pada peta .....	83
Gambar 6.8. Penerapan klasifikasi class interval pada peta .....	84
Gambar 6.9. Aplikasi <i>Virtual Field Course</i> Berbasis Web .....	85
Gambar 6.10. Aplikasi <i>Google maps with streetview</i> (a) and <i>Google Earth terrain view</i> (b) .....	86
Gambar 6.11. Aplikasi <i>virtual reality GIS</i> kota London .....	87
Gambar 7.1. Diagram ilustrasi internet <i>GIS</i> .....	89
Gambar 7.2. Perbedaan struktur pada <i>GIS</i> dan internet <i>GIS</i> .....	90
Gambar 7.3. <i>Distributed GIS</i> .....	91
Gambar 7.4. <i>Website Open Geospatial Consortium (OCG)</i> .....	96
Gambar 8.1. <i>Atlas of Britain</i> yang dibuat dengan menerapkan komputer kartografi .....	106
Gambar 8.2. Contoh keluaran perangkat lunak SYMAP (a) dan SYMVU (b) .....	107
Gambar 8.3. Peta penggunaan lahan dan kemampuan lahan yang dihasilkan oleh CGIS .....	110
Gambar 8.4. Tampilan perangkat lunak GRASS .....	111

Gambar 9.1. Perbedaan akurat dan presisi .....	114
Gambar 9.2. Perbedaan hasil survey fotogrametri dan foto asli .....	115
Gambar 9.3. Citra satelit yang tertutup dengan awan (A), bayangan dari topografi (B), dan bayangan dari awan (C) .....	119
Gambar 9.4. Operasional <i>error</i> pada digitasi .....	119
Gambar 9.5. <i>Topological error</i> pada proses editing dan konversi .....	120
Gambar 9.6. Kesalahan pada konversi <i>raster</i> to vektor .....	121
Gambar 9.7. <i>Error</i> pada konversi vektor to <i>raster</i> .....	121
Gambar 9.8. Generalisasi sliver <i>polygon</i> .....	122
Gambar 10.1. Kategori aplikasi SIG berdasarkan tingkat resiko dan biaya pengembangan aplikasi .....	126
Gambar 10.2. Kategori pengguna aplikasi SIG .....	132
Gambar 10.3. Kebutuhan Informasi Geografis di tiap tingkatan dalam suatu organisasi .....	133
Gambar 11.1. Contoh perangkat lunak digitasi .....	138
Gambar 11.2. Digitasi menggunakan meja digitasi .....	138
Gambar 11.3. Peralatan untuk <i>scanning</i> peta .....	139
Gambar 11.4. Proses pengembangan dan pengelolaan basisdata SIG .....	139
Gambar 11.5. Proses <i>Edge-matching</i> peta .....	140
Gambar 11.6. Proses <i>rubber sheeting</i> .....	141
Gambar 11.7. Kesalahan-kesalahan umum dalam pembuatan data spasial .....	142
Gambar 11.8. Tabel basisdata <i>relational happy valley</i> .....	144
Gambar 11.9. <i>Object hierarchy happy valey basisdata object oriented</i> .....	145
Gambar 11.10. <i>Happy valley entity attribute modeling (eam) diagram</i> .....	146
Gambar 11.11. Link antar atribut basisdata dalam SIG .....	147
Gambar 12.1. Contoh penggambaran <i>Rich Picture</i> .....	149
Gambar 12.2. <i>The system development life cycle</i> .....	154
Gambar 12.3. <i>The Prototyping Approach</i> .....	155
Gambar 12.4. <i>The system life cycle</i> .....	156

Gambar 12.5. Contoh Gantt Chart .....	159
Gambar 12.6. Contoh PERT Chart .....	160
Gambar 13.1. MONAS dilihat dengan 3D building salah satu fitur Google Earth .....	174
Gambar 13.2. Aplikasi mobile <i>GIS</i> untuk aplikasi E-Market .....	175
Gambar 14.1. Analisis area perdagangan .....	188
Gambar 14.2. Tiga tingkat analisis spasial dan menyeleksi lokasi pengecer .....	190
Gambar 14.3. <i>Flow chart</i> sistem .....	191
Gambar 14.4. Diagram konteks sistem .....	192
Gambar 14.5. <i>Entity Relationship Diagram (ERD)</i> .....	193
Gambar 14.6. Perancangan menu .....	194
Gambar 14.7. Rancangan menu utama .....	195
Gambar 14.8. Submenu, menu <i>buffer</i> .....	197
Gambar 14.9. Layar <i>login</i> pengguna .....	198
Gambar 14.10. Analisa berbasis kelurahan .....	199
Gambar 14.11. Sebaran pesaing .....	199
Gambar 14.12. Analisa kepadatan penduduk .....	200
Gambar 14.13. Analisa pengunaan lahan .....	200
Gambar 14.14. Analisa dengan <i>buffering</i> .....	201
Gambar 14.15. Analisa dengan <i>buffering</i> untuk obyek jalan .....	201
Gambar 15.1. Diagram konteks .....	208
Gambar 15.2. <i>Entity relationship diagram</i> .....	210
Gambar 15.3. Tampilan layar SIG berbasis web ( <i>user</i> ) .....	214
Gambar 15.4. Legenda pada tampilan layar SIG berbasis web ..	215
Gambar 15.5. Tampilan hasil analisis pengukuran panjang rute	216
Gambar 15.6. Tampilan pengukuran luas pada layar .....	217
Gambar 15.7. Tampilan hasil analisis pengukuran luas area .....	217
Gambar 15.8. Tampilan layar tipe peta .....	218
Gambar 15.9. Tampilan layar tipe satelit .....	219
Gambar 15.10.Tampilan layar tipe gabungan ( <i>hybrid</i> ) map dan satelit .....	219



# BAB 1

## DASAR SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

### Tujuan Instruksional Umum

- Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan hal-hal mendasar mengenai sistem informasi geografis (SIG).

### Tujuan Instruksional Khusus:

- Mahasiswa memahami pengertian sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami mengenai konsep *real world*
- Mahasiswa mengenal jenis data *raster* dan data vektor
- Mahasiswa memahami sumber-sumber data spasial, dan
- Mahasiswa mengenal komponen sistem informasi geografis.

### 1.1. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis.

Akronim GIS terkadang dipakai sebagai istilah untuk *geographical information science* atau *geospatial information studies* yang merupakan ilmu studi atau pekerjaan yang berhubungan dengan *Geographic Information System*. Dalam artian sederhana sistem informasi geografis dapat kita simpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (*database*).

Pengertian sistem informasi geografis menurut beberapa ahli:

1. Burrough, 1986

Kumpulan alat yang *powerful* untuk mengumpulkan, menyimpan, menampilkan dan mentranformasikan data spasial dari dunia nyata (*real world*).

2. Aronoff, 1989

Segala jenis prosedur manual maupun berbasis *computer* untuk menyimpan dan memanipulasi data beraserensi geografis.

3. ESRI, 2004

Sebuah sistem untuk mengatur, menganalisa dan menampilkan informasi geografis.

Sehingga dapat dirangkum konsep sebuah sistem informasi geografis adalah sebagai berikut:

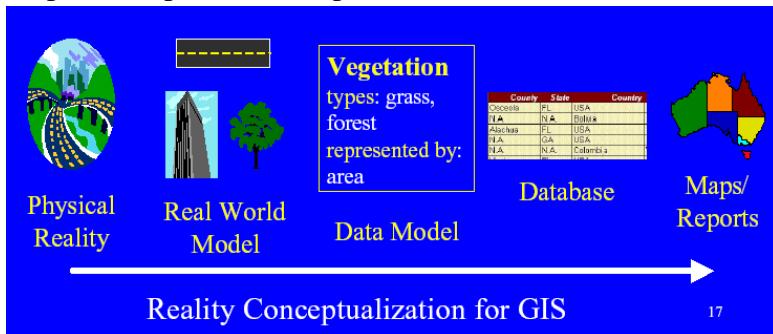
1. Informasi geografis adalah informasi mengenai tempat dipermukaan bumi.
2. Teknologi informasi geografis meliputi *Global Positioning System (GPS)*, *remote sensing* dan Sistem Informasi Geografis.
3. Sistem Informasi Geografis adalah sistem komputer dan peranti lunak (*software*).
4. Sistem Informasi Geografis digunakan untuk berbagai macam variasi aplikasi.
5. Sains Informasi Geografis merupakan ilmu sains yang melatarbelakangi teknologi Sistem Informasi Geografis.

SIG tidak lepas dari data spasial, yang merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, obyek dan hubungan di antaranya di antaranya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi di mana di dalamnya terdapat informasi

mengenai bumi termasuk permukaan bumi, di bawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfer.

## 1.2. Konsep *Real Word*

Konsep *Real world* merupakan sebuah cara bagaimana SIG mengubah realitas fisik sebuah dunia menggunakan model menjadi sebuah sistem informasi geografis yang dapat disimpan, dimanipulasi, diproses dan dipresentasikan.



Gambar 1.1. Tampilan konsep *real world*

Konsep *Real world* memiliki beberapa tahapan sebagai berikut:

### 1. *Physical Reality*

Merupakan tahapan di mana menganalisa dunia nyata yang akan dibuat menjadi SIG.

### 2. *Real world Model*

Tahapan mengubah obyek-obyek yang ada di dunia nyata menjadi model.

### 3. *Data Model*

Tahapan yang mengubah model-model obyek dunia nyata menjadi sebuah tipe data.

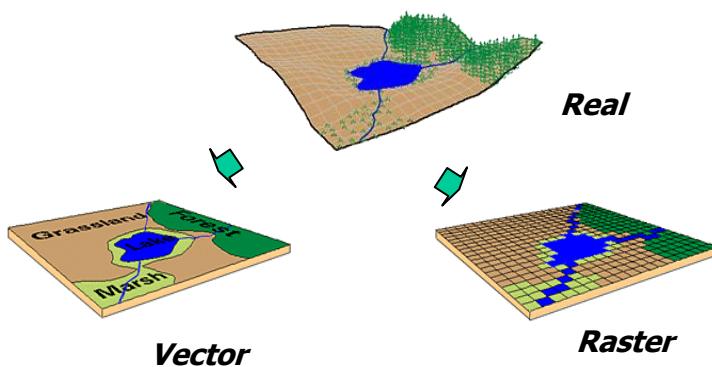
### 4. *Database*

Menyimpan keseluruhan data model ke dalam sistem basis data.

### 5. *Maps/Reports*

Merupakan hasil akhir dunia nyata yang telah dikonversi menjadi sebuah sistem informasi geografis.

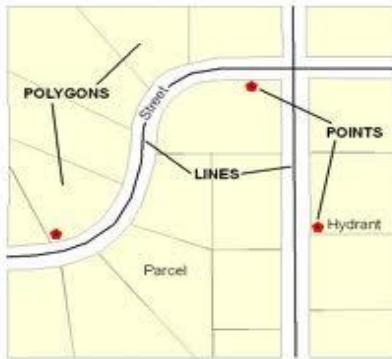
SIG merepresentasikan *real world* dengan data spasial yang terbagi atas dua model data yaitu model data *raster* dan model data vektor. Keduanya memiliki karakteristik yang berbeda, selain itu dalam pemanfaatannya tergantung dari masukan data dan hasil akhir yang akan dihasilkan.



Gambar 1.2. Tampilan data *raster* dan data vektor

### 1. Vektor

Dalam data vektor bumi direpresentasikan sebagai suatu mosaik yang terdiri atas garis (*arc/line*), *polygon* (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik/*point* (*node* yang mempunyai label), dan *nodes* (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis).



Gambar 1.3. Contoh data vektor

Model data vektor merupakan model data yang paling banyak digunakan, model ini berbasiskan pada titik (*points*) dengan nilai koordinat (x,y) untuk membangun obyek spasialnya. obyek yang dibangun terbagi menjadi tiga bagian lagi yaitu berupa titik (*point*), garis (*line*), dan area (*polygon*).

a) Titik (*point*)

Titik merupakan representasi grafis yang paling sederhana pada suatu obyek. titik tidak mempunyai dimensi tetapi dapat ditampilkan dalam bentuk simbol baik pada peta maupun dalam layar monitor. contoh: Lokasi Fasilitas Kesehatan, Lokasi Fasilitas Kesehatan, dll.

b) Garis (*line*)

Garis merupakan bentuk *linear* yang menghubungkan dua atau lebih titik dan merepresentasikan obyek dalam satu dimensi. contoh: Jalan, Sungai, dll.

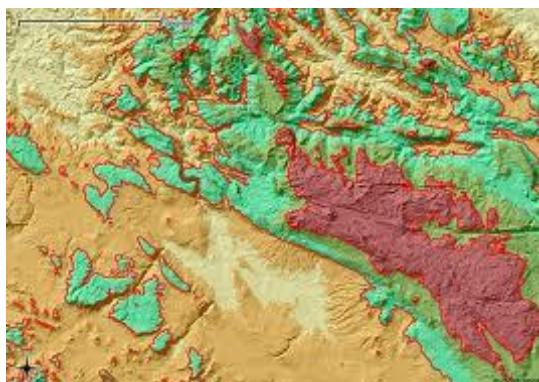
c) Area (*polygon*)

*polygon* merupakan representasi obyek dalam dua dimensi. contoh: Danau, Persil Tahan, dll.

## 2. Data *Raster*

Data *raster* (atau disebut juga dengan sel *grid*) adalah data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh. Pada data *raster*, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut dengan *pixel* (*picture element*). Pada data *raster*, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran *pixel*-nya.

Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data *raster* sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya.



Gambar 1.4. Contoh data *raster*

Keterbatasan utama dari data *raster* adalah besarnya ukuran file; semakin tinggi resolusi *grid*-nya semakin besar pula ukuran filenya. Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus.

### **1.3. Data Raster dan Data Vektor**

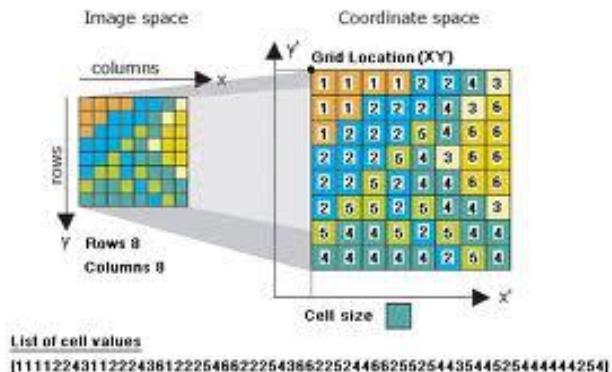
Masing-masing format data mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang diinginkan, serta kemudahan dalam analisa.

Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran *file* dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematik. Sebaliknya, data *raster* biasanya membutuhkan ruang penyimpanan *file* yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis.

Model data *raster* mempunyai struktur data yang tersusun dalam bentuk matriks atau piksel dan membentuk *grid*. Setiap piksel memiliki nilai tertentu dan memiliki atribut tersendiri, termasuk nilai koordinat yang unik.

Tingkat keakuriasian model ini sangat tergantung pada ukuran piksel atau biasa disebut dengan resolusi. Model data ini biasanya digunakan dalam *remote sensing* yang berbasiskan citra satelit maupun *airbone* (pesawat terbang). Selain itu model ini digunakan pula dalam membangun model ketinggian digital (DEM-Digital Elevation Model) dan model permukaan digital (DTM-Digital Terrain Model).

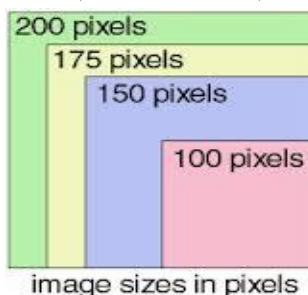
Model *raster* memberikan informasi spasial terhadap permukaan di bumi dalam bentuk gambaran yang digeneralisasi. Representasi dunia nyata disajikan sebagai elemen matriks atau piksel yang membentuk *grid* yang homogen. Pada setiap piksel mewakili setiap obyek yang terekam dan ditandai dengan nilai-nilai tertentu. Secara konseptual, model data *raster* merupakan model data spasial yang paling sederhana.



Gambar 1.5. Contoh *cell* pada data *raster*

Karakteristik utama data *raster* adalah bahwa dalam setiap sel/ piksel mempunyai nilai. Nilai sel/ piksel merepresentasikan fenomena atau gambaran dari suatu kategori. Nilai sel/ piksel dapat memiliki nilai positif atau negatif, *integer*, dan *floating point* untuk dapat merepresentasikan nilai *continuous* (lihat Gambar 1.6). Data *raster* disimpan dalam suatu urutan nilai sel/ piksel. Sebagai contoh 80,74,45,45,34, dan seterusnya.

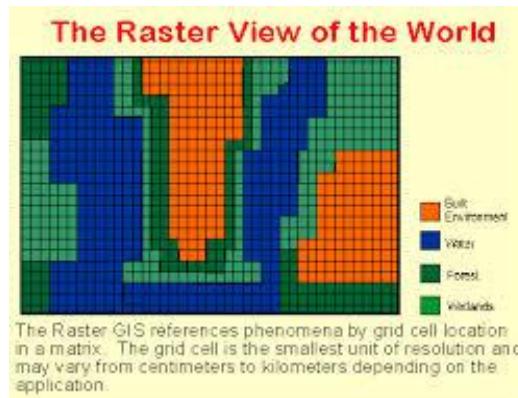
Luas suatu area direpresentasikan dalam setiap sel/ piksel dengan lebar dan panjang yang sama. Sebagai contoh, sebuah data *raster* yang merepresentasikan ketinggian permukaan (biasa disebut dengan DEM) dengan luasan sebesar 100 Km<sup>2</sup>, apabila terdapat 100 sel/ piksel dalam *raster*, maka dalam setiap sel/ piksel mempunyai ukuran 1 Km<sup>2</sup> (1 Km x 1 Km).



Gambar 1.6. Ukuran piksel

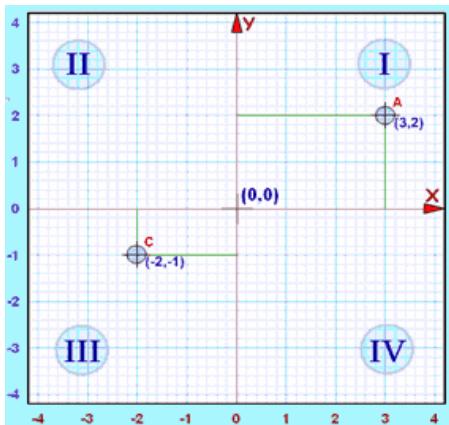
Dimensi dari setiap sel/ piksel dapat ditentukan ukurannya sesuai dengan kebutuhan. Ukuran sel/ piksel menentukan bagaimana kasar atau halusnya pola atau obyek yang akan direpresentasikan. Semakin kecil ukuran sel/ piksel, maka akan semakin halus atau lebih detail. Akan tetapi semakin besar jumlah sel/ piksel yang digunakan maka akan berpengaruh terhadap penyimpanan dan kecepatan proses.

Apabila ukuran sel/ piksel terlalu besar akan terjadi kehilangan informasi atau kehalusan pola akan terlihat lebih kasar. Sebagai contoh apabila ukuran sel lebih besar dari lebar jalan, maka jalan tidak akan dapat ditampilkan dalam data *raster*. Gambar berikut memperlihatkan bagaimana obyek poligon direpresentasikan dalam *raster* dengan berbagai macam ukuran sel/ piksel.



Gambar 1.7. Contoh obyek *polygon* dalam *raster* piksel

Polygon yang direpresentasikan dalam berbagai macam ukuran sel/ piksel, dalam setiap sel/ piksel didefinisikan dalam bentuk baris dan kolom di mana di dalamnya terdapat informasi mengenai posisi. Apabila sel memuat Sistem Koordinat Kartesian, di mana setiap baris merupakan paralel dengan sumbu X (x-axis), dan kolom parallel dengan sumbu Y (y-axis).



Gambar 1.8. Contoh koordinat kartesian

Demikian pula apabila sel/ piksel memuat Sistem Koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) dan sel/ piksel memiliki ukuran 100, maka lokasi sel/ piksel tersebut pada 300, 500 E (*east*) dan 5,900,600 N (*north*).

#### 1.4. Sumber Data Spasial

Sebagaimana telah kita ketahui, SIG membutuhkan masukan data yang bersifat spasial maupun deskriptif. Beberapa sumber data tersebut antara lain adalah:

1. Peta analog (antara lain peta topografi, peta tanah). Peta analog adalah peta dalam bentuk cetakan. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, sehingga sudah mempunyai referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin, dsb. Peta analog dikonversi menjadi peta digital dengan berbagai cara yang akan dibahas pada bab selanjutnya. Referensi spasial dari peta analog memberikan koordinat sebenarnya di permukaan bumi pada peta digital yang dihasilkan. Biasanya peta analog direpresentasikan dalam format vektor.
2. Data dari sistem Penginderaan Jauh (antara lain citra satelit, foto udara, dsb.) Data Penginderaan Jauh dapat dikatakan sebagai

sumber data yang terpenting bagi SIG karena ketersediaannya secara berskala. Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, kita bisa menerima berbagai jenis citra satelit untuk beragam tujuan pemakaian. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format *raster*.

3. Data hasil pengukuran lapangan. Contoh data hasil pengukuran lapangan adalah data batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak pengusahaan hutan, dsb, yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri. Pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut.
4. Data GPS. Teknologi GPS memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG. Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor.

## 1.5. Komponen Sistem Informasi Geografis

Komponen-komponen yang membangun sebuah sistem informasi geografis adalah:



Gambar 1.9. Komponen SIG

### 1. Computer System and Software

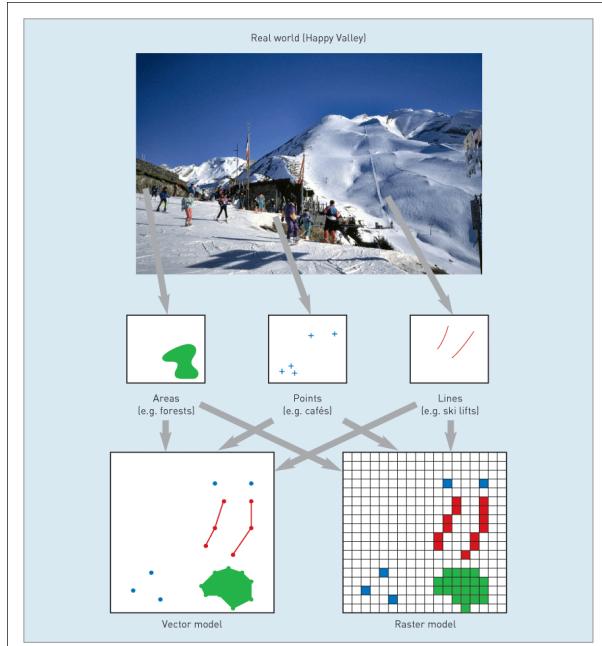
Merupakan sistem komputer dan kumpulan piranti lunak yang digunakan untuk mengolah data.



Gambar 1.10. Contoh *computer system* and *software*

## 2. *Spatial Data*

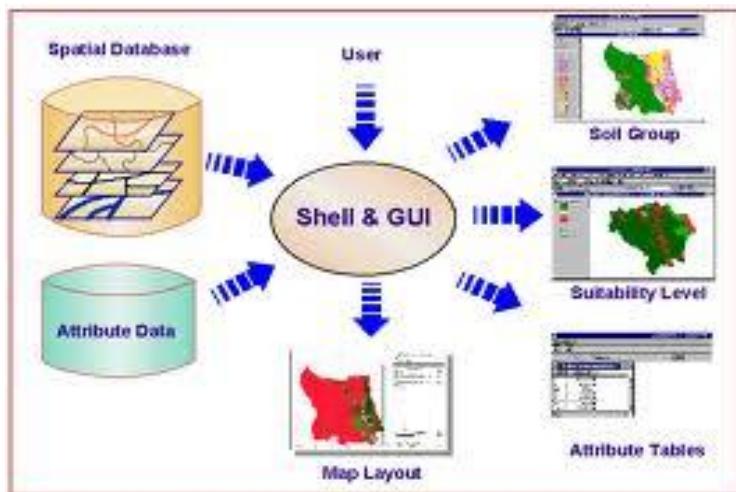
Merupakan data spasial (berreferensi keruangan dan kebumian) yang akan diolah.



Gambar 1.11. Contoh data spasial berupa *raster* dan *vektor*

### 3. Data Management and Analysis Procedure

Manajemen data dan analisa prosedur oleh *Database Management System*.



Gambar 1.12. Contoh sistem basis data

### 4. People

Entitas sumber data manusia yang akan mengoperasikan sistem informasi geografis.



Gambar 1.13. Contoh entitas sumber daya manusia

## **BAB 2**

### **DATA SPASIAL**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami dan mengenai berbagai jenis data spasial yang digunakan pada sistem informasi geografis.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami pengertian data spasial dan sejarah perkembangannya
- Mahasiswa memahami pengertian peta dan hubungannya dengan data spasial
- Mahasiswa mengetahui sumber sumber data spasial
- Mahasiswa memahami berbagai entitas spasial
- Mahasiswa mengetahui berbagai model data spasial

#### **2.1. Pengertian dan Perkembangan Data Spasial**

Data spasial mempunyai pengertian sebagai suatu data yang mengacu pada posisi, obyek, dan hubungan di antaranya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi, di mana di dalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, dibawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfir (Rajabifard dan Williamson, 2000a). Data spasial dan informasi turunannya digunakan untuk menentukan posisi dari identifikasi suatu elemen di permukaan bumi (Radjabifard 2001). Lebih lanjut lagi *Mapping Science Committee* (1995) dalam Rajabifard (2001) menerangkan mengenai pentingnya peranan posisi lokasi yaitu, (1) pengetahuan mengenai lokasi dari suatu aktivitas memungkinkan hubungannya dengan aktivitas lain atau

elemen lain dalam daerah yang sama atau lokasi yang berdekatan dan (2) Lokasi memungkinkan diperhitungkannya jarak, pembuatan peta, memberikan arahan dalam membuat keputusan spasial yang bersifat kompleks.

Karakteristik utama dari data spasial adalah bagaimana mengumpulkannya dan memeliharanya untuk berbagai kepentingan. Selain itu juga ditujukan sebagai salah satu elemen yang kritis dalam melaksanakan pembangunan sosial ekonomi secara berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan. Berdasarkan perkiraan hampir lebih dari 80% informasi mengenai bumi berhubungan dengan informasi spasial (Wulan 2002).

Perkembangan teknologi yang cepat dalam pengambilan data spasial telah membuat perekaman terhadap data berubah menjadi bentuk digital, selain itu relatif cepat dalam melakukan prosesnya. Salah satunya perkembangan teknologi yang berpengaruh terhadap perekaman data pada saat ini adalah teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) dan *Global Positioning System (GPS)*.

Terdapat empat prinsip yang dapat mengidentifikasi perubahan teknologi perekaman data spasial selama tiga dasawaarsa ini. Prinsip tersebut adalah (1) perkembangan teknologi, (2) kepedulian terhadap lingkungan hidup, (3) konflik politik atau perang dan (4) kepentingan ekonomi. Data lokasi yang spesifik dibutuhkan untuk melakukan pemantauan terhadap dampak dalam suatu lingkungan, untuk mendukung program restorasi lingkungan dan untuk mengatur pembangunan. Kegiatan-kegiatan tersebut dilakukan melalui kegiatan pemetaan dengan menggunakan komputer dan pengamatan terhadap bumi dengan menggunakan satelit penginderaan jauh.

Rajabifard dan Williamson (2000b), menerangkan bahwa terdapat dua pendorong utama dalam pembangunan data spasial. Pertama adalah pertumbuhan kebutuhan suatu pemerintahan dan dunia bisnis dalam memperbaiki keputusan yang berhubungan

dengan keruangan dan meningkatkan efisiensi dengan bantuan data spasial. Faktor pendorong kedua adalah mengoptimalkan anggaran yang ada dengan meningkatkan informasi dan sistem komunikasi secara nyata dengan membangun teknologi informasi spasial. Didorong oleh faktor-faktor tersebut, maka banyak negara, pemerintahan dan organisasi memandang pentingnya data spasial, terutama dalam pengembangan informasi spasial atau yang lebih dikenal dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tujuannya adalah membantu pengambilan keputusan berdasarkan kepentingan dan tujuannya masing-masing, terutama yang berkaitan dengan aspek keruangan. Oleh karena itu data spasial yang telah dibangun, sedang dibangun dan yang akan dibangun perlu diketahui keberadaanya.

Terdapat dua permasalahan utama yang terjadi pada saat ini dalam pembangunan data spasial. Pertama adalah “ledakan” informasi, di mana informasi tersebut diperlukan dalam perkembangan waktu yang terjadi. Hal ini sangatlah bergantung pada perkembangan yang cepat dalam proses pengambilan dan perekaman data spasial. Sedangkan yang kedua adalah terbatasnya dan sulitnya melakukan akses dan mendapatkan informasi spasial dari berbagai macam sumber data yang tersedia. Konsekuensi yang terjadi terdapat kebutuhan yang sangat mendesak untuk memecahkan permasalahan tersebut, yaitu dengan melakukan konsep berbagi pakai data, integrasi dari aplikasi yang berbeda dan mengurangi duplikasi data dan minimalisasi biaya pengeluaran yang terjadi.

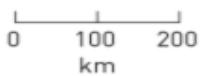
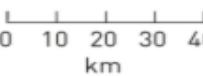
## **2.2. Pengertian Peta dan Hubungannya Dengan Data Spasial**

Apabila diperhatikan ilmu tentang SIG selalu berkaitan dengan peta maka tidak dapat dipungkiri lagi kehadiran sebuah peta sangat dibutuhkan. Dengan adanya peta kita bisa mengekstraksi data yang terkandung di dalamnya dan dapat

membantu kita dalam melancarkan tugas kita. Secara umum peta dapat dibagi menjadi dua, yaitu peta topografi dan peta tematik.

Peran peta dalam SIG pun dianggap penting, selain menjadi salah satu sumber data peta pun dapat menjadi salah satu media untuk membantu orang-orang memahami wilayah yang akan dikerjakan. Setiap peta memiliki tujuan yang berbeda-beda, tentu saja ini tergantung dari si pembuat peta. Sebagai contoh kita dapat membuat peta yang memudahkan pengunjung untuk melihat denah pertokoan dalam sebuah mall, bisa juga kita membuat sebuah peta untuk memudahkan wisatawan menemukan rumah makan di pulau Bali dan masih banyak lagi contoh lainnya.

Setiap peta pasti memiliki skala, skala dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara jarak yang ada di dalam peta dengan jarak yang ada di lapangan (Martin,1995). Dengan adanya skala, kita dapat mengetahui kondisi lapangan sebenarnya. Skala dapat dituliskan dalam 3 cara, yaitu: rasio, verbal dan *graphical*.

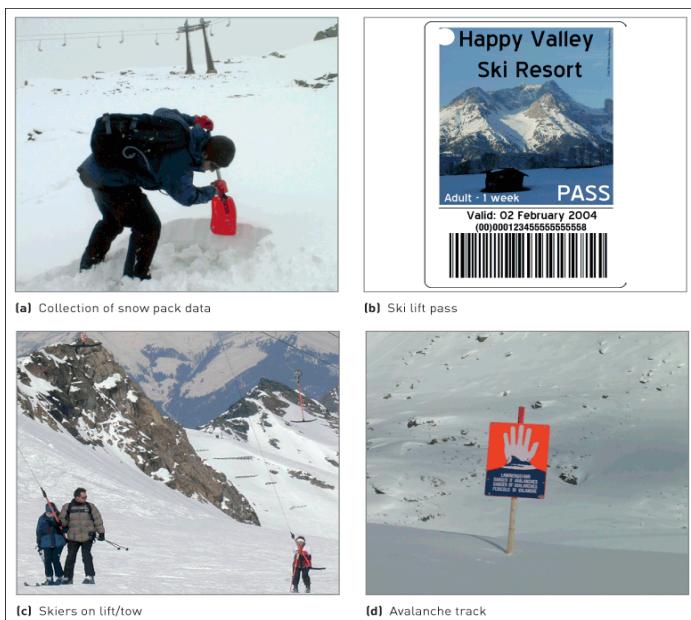
Ratio	1:5000	1:1,000,000
Verbal (nominal)	1 cm represents 50 m	1 cm represents 10 km
Graphical		

Gambar 2.1. Perbandingan jenis skala

### 2.3. Sumber Data Spasial

Sumber dari data spasial secara umum dapat dibagi, yaitu data spasial primer dan data spasial sekunder. Data spasial primer dapat diartikan sebagai data spasial yang didapatkan secara langsung dengan kata lain apabila kita meneliti tentang pembuatan sistem informasi geografis untuk menentukan luas wilayah hutan

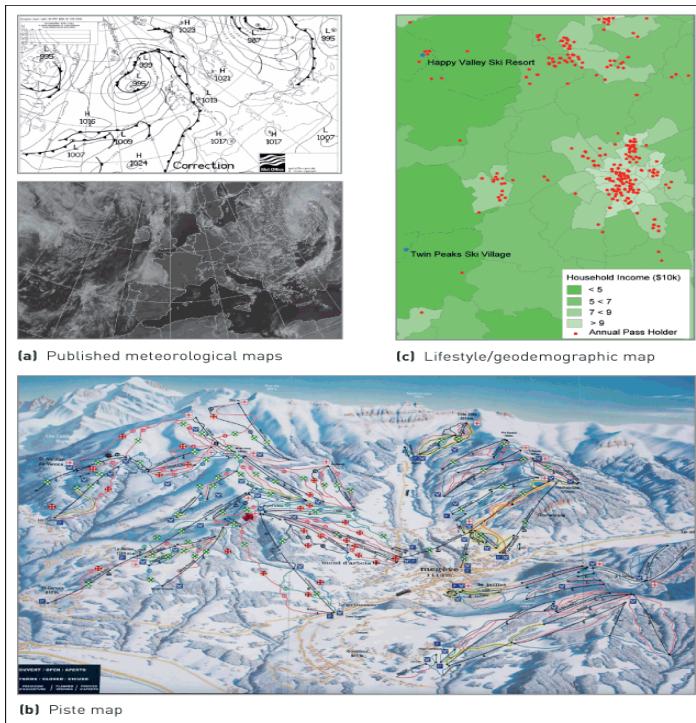
yang ada di gunung Bromo maka untuk data spasial primer kita harus meninjau tempat secara langsung.



Gambar 2.2. Contoh data spasial primer

Contoh gambar di atas adalah contoh dari data spasial primer, di mana kita dapat mengumpulkan gundukan salju (a), kartu resort (b), kondisi langit dilihat dari lift (c) dan juga tanda yang ada di kawasan gunung (d).

Selain data spasial primer dalam SIG mengenal data spasial sekunder, data spasial sekunder dapat diartikan sebagai data spasial yang didapat dari pihak kedua atau dengan kata lain kita tidak mendapatkannya secara langsung. Contoh dari data spasial sekunder antara lain: peta topografi, peta meteorologi, peta piste, peta geodemographic dll.



Gambar 2.3. Contoh data spasial sekunder

Semua data spasial, baik itu data primer maupun sekunder memiliki dimensi atau mode dari data itu sendiri yang dapat dikategorikan menjadi 3 bagian:

1. Temporal, data bertipe temporal memiliki tambahan yaitu dimensi waktu, jadi biasanya ada tambahan keterangan waktu dalam data spasial (primer/sekunder). Contohnya peta kejadian longsor salju pada 15 Februari 2013.
2. Tematik, data bertipe tematik memiliki dimensi tambahan yaitu dimensi topik, yang dimaksud topik di sini adalah peta tersebut mewakili sebuah topik, contoh dari tematik yaitu peta tanah (topik tentang tanah), peta populasi (tema tentang kependudukan).
3. Spasial, data bertipe tematik memiliki dimensi tambahan yaitu dimensi ruang, jadi peta bertipe spasial ada tambahan dimensi

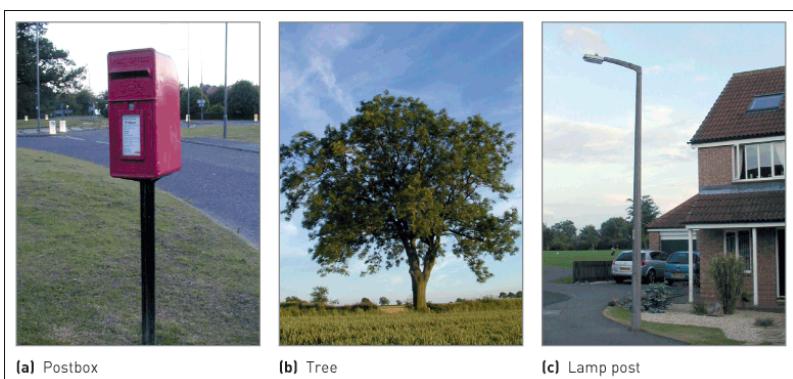
ruang. Contoh dari peta spasial yaitu peta lembah pinus, peta lokasi slope.

## 2.4. Entitas Spasial

Dalam data spasial terdapat entitas-entitas yang membangun data tersebut. Data spasial yang dibangun terbagi menjadi tiga bagian yaitu berupa titik (*point*), garis (*line*), dan area (*polygon*).

- Titik (*point*)

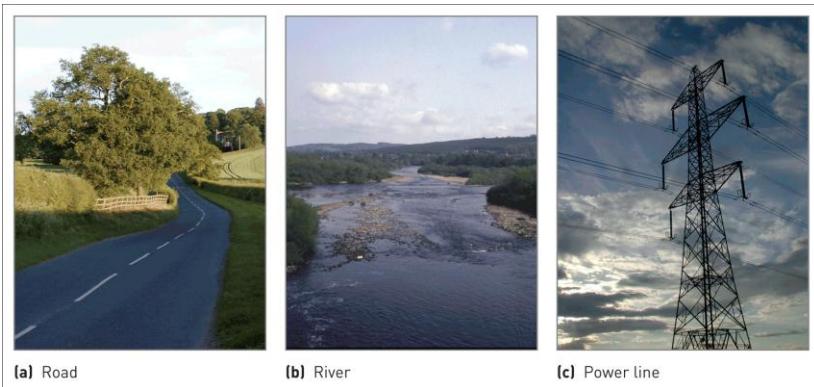
Titik merupakan representasi grafis yang paling sederhana pada suatu obyek. Titik tidak mempunyai dimensi tetapi dapat ditampilkan dalam bentuk simbol baik pada peta maupun dalam layar monitor. Contoh: Lokasi Fasilitasi Kesehatan, Lokasi Fasilitas Kesehatan, dll.



Gambar 2.4. Contoh obyek geografis entitas titik

- Garis (*line*)

Garis merupakan bentuk *linear* yang menghubungkan dua atau lebih titik dan merepresentasikan obyek dalam satu dimensi. Contoh: Jalan, Sungai, dll.



Gambar 2.5. Contoh obyek geografis entitas garis

- Area (Poligon)

Poligon merupakan representasi obyek dalam dua dimensi. Contoh : Danau, Persil Tanah,

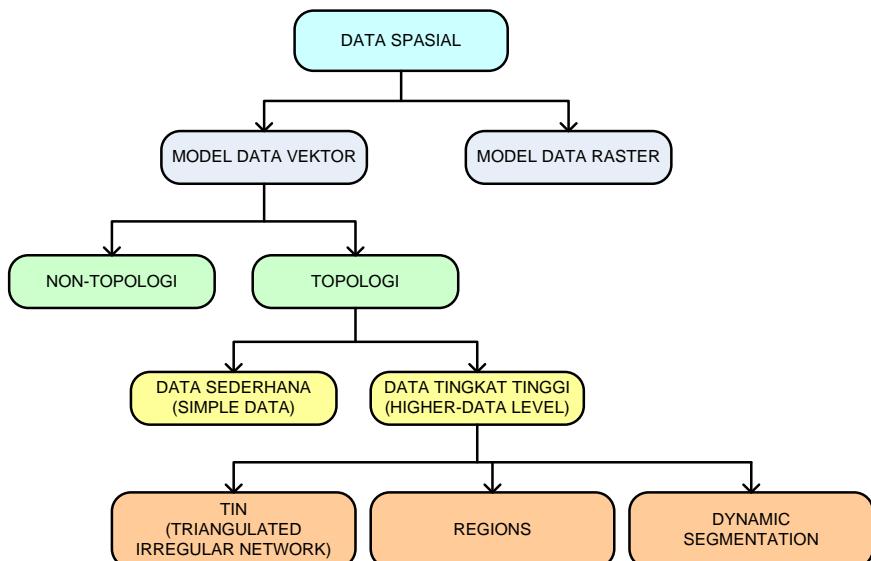


Gambar 2.6. Contoh obyek geografis entitas area

## 2.5. Model Data Spasial

Pada pemanfaatannya data spasial yang diolah dengan menggunakan komputer (data spasial digital) menggunakan model sebagai pendekatannya. *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* (1996), mendefinisikan model data sebagai suatu set logika atau aturan dan karakteristik dari suatu data spasial. Model data merupakan representasi hubungan antara dunia nyata dengan data spasial.

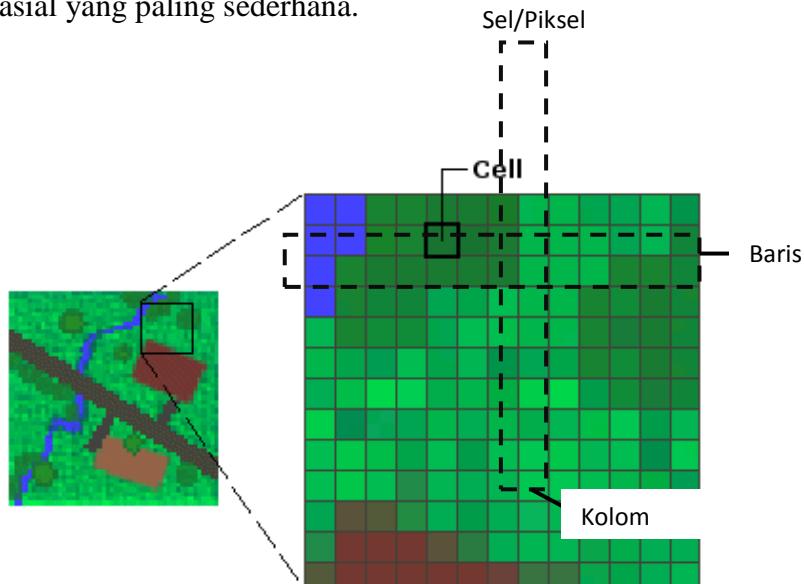
Terdapat dua model dalam data spasial, yaitu *model data raster* dan *model data vektor*. Keduanya memiliki karakteristik yang berbeda, selain itu dalam pemanfaatannya tergantung dari masukan data dan hasil akhir yang akan dihasilkan. Model data tersebut merupakan representasi dari obyek-obyek geografi yang terekam sehingga dapat dikenali dan diproses oleh komputer. Chang (2002) menjelaskan model data vektor menjadi beberapa bagian lagi (Gambar 2.7), sedangkan penjelasan dari model data tersebut akan dibahas dalam sub bab berikut ini.



Gambar 2.7. Klasifikasi model data spasial

Model data *raster* mempunyai struktur data yang tersusun dalam bentuk matriks atau piksel dan membentuk *grid*. Setiap piksel memiliki nilai tertentu dan memiliki atribut tersendiri, termasuk nilai koordinat yang unik. Tingkat keakurasi model ini sangat tergantung pada ukuran piksel atau biasa disebut dengan *resolusi*. Model data ini biasanya digunakan dalam *remote sensing* yang berbasiskan citra satelit maupun *airborne* (pesawat terbang). Selain itu model ini digunakan pula dalam membangun model ketinggian digital (DEM-Digital Elevatin Model) dan model permukaan digital (DTM-Digital Terrain Model).

Model *raster* memberikan informasi spasial terhadap permukaan di bumi dalam bentuk gambaran yang di generalisasi. Representasi dunia nyata disajikan sebagai elemen matriks atau piksel yang membentuk *grid* yang homogen. Pada setiap piksel mewakili setiap obyek yang terekam dan ditandai dengan nilai-nilai tertentu. Secara konseptual, model data *raster* merupakan model data spasial yang paling sederhana.



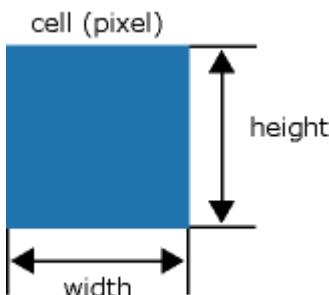
Gambar 2.8. Struktur model data *raster*

Karakteristik utama data *raster* adalah bahwa dalam setiap sel/ piksel mempunyai nilai. Nilai sel/ piksel merepresentasikan fenomena atau gambaran dari suatu kategori. Nilai sel/ piksel dapat memiliki nilai positif atau negatif, integer, dan *floating point* untuk dapat merepresentasikan nilai *continuous* (lihat Gambar 2.9). Data *raster* disimpan dalam suatu urutan nilai sel/piksel. Sebagai contoh, 80, 74, 45, 45, 34, dan seterusnya.

80	74	62	45	45	34	39	56
80	74	74	62	45	34	39	56
74	74	62	62	45	34	39	39
62	62	45	45	34	34	34	39
45	45	45	34	34	30	34	39

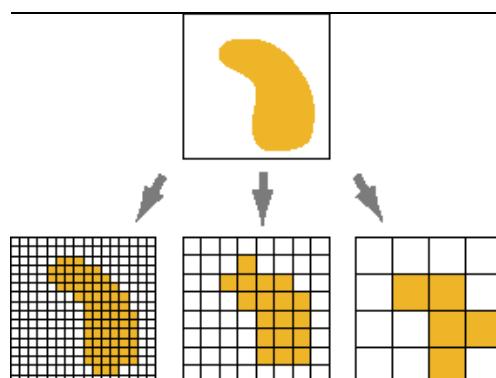
Gambar 2.9. Struktur penyimpanan model data *raster*

Luas suatu area direpresentasikan dalam setiap sel/ piksel dengan lebar dan panjang yang sama. Sebagai contoh, sebuah data *raster* yang merepresentasikan ketinggian permukaan (biasa disebut dengan DEM) dengan luasan sebesar 100 Km<sup>2</sup>, apabila terdapat 100 sel/ piksel dalam *raster*, maka dalam setiap sel/ piksel mempunyai ukuran 1 Km<sup>2</sup> ( 1 km x 1 km).



Gambar 2.10. Ukuran sel/piksel

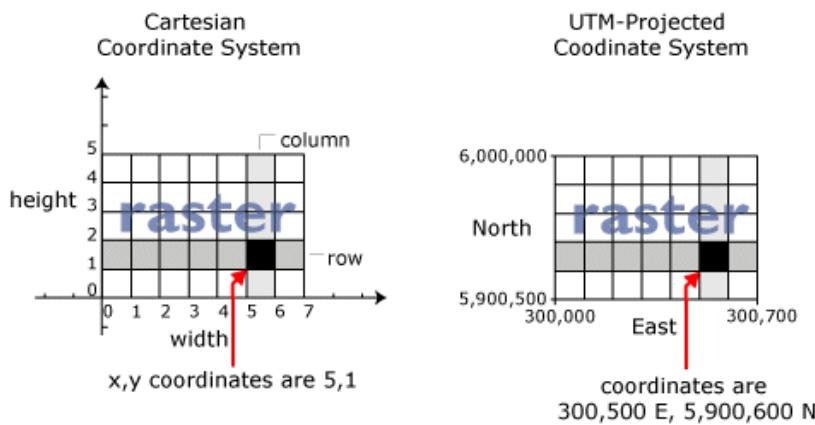
Dimensi dari setiap sel/ piksel dapat ditentukan ukurannya sesuai dengan kebutuhan. Ukuran sel/ piksel menentukan bagaimana kasar atau halusnya pola atau obyek yang akan direpresentasikan. Semakin kecil ukuran sel/ piksel, maka akan semakin halus atau lebih detail. Akan tetapi semakin besar jumlah sel/ piksel yang digunakan maka akan berpengaruh terhadap penyimpanan dan kecepatan proses. Apabila ukuran sel/ piksel terlalu besar akan terjadi kehilangan informasi atau kehalusan pola akan terlihat lebih kasar. Sebagai contoh apabila ukuran sel lebih besar dari lebar jalan, maka jalan tidak akan dapat ditampilkan dalam data *raster*. Gambar berikut memperlihatkan bagaimana obyek poligon direpresentasikan dalam *raster* dengan berbagai macam ukuran sel/ piksel.



Gambar 2.11. Poligon yang direpresentasikan dalam berbagai macam ukuran sel/ piksel

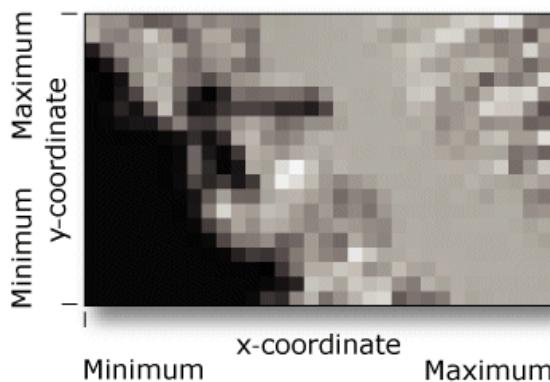
Lokasi dalam setiap sel/ piksel didefinisikan dalam bentuk baris dan kolom di mana di dalamnya terdapat informasi mengenai posisi. Apabila sel memuat Sistem Koordinat Kartesian, di mana setiap baris merupakan paralel dengan sumbu X (x-axis), dan kolom paralel dengan sumbu Y (y-axis). Demikian pula apabila sel/ piksel memuat Sistem Koordinat UTM (*Universal Transverse*

*Mercator*) dan sel/ piksel memiliki ukuran 100, maka lokasi sel/piksel tersebut pada 300, 500 E (*east*) dan 5, 900, 600 N (*north*).



Gambar 2.12. Atribut lokasi dalam setiap sel/piksel

Terkadang dibutuhkan informasi spesifik dari luasan suatu *raster*. Luasan tersebut dapat didefinisikan pada koordinat bagian atas, bawah, kanan, dan kiri dari keseluruhan *raster*, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.13. Informasi luasan data *raster*

Terdapat beberapa keuntungan dalam menggunakan model *raster*, di antaranya adalah :

- Memiliki struktur data yang sederhana, bentuk sel matriks dengan nilainya dapat merepresentasikan koordinat dan kadangkala memiliki *link* dengan tabel atribut.
- Format yang sangat cocok untuk dapat melakukan analisis statistik dan spasial.
- Mempunyai kemampuan dalam merepresentasikan data-data yang bersifat *continuous* seperti dalam memodelkan permukaan bumi.
- Memiliki kemampuan untuk menyimpan titik (*point*), garis (*line*), area (*polygon*), dan permukaan (*surface*).
- Memiliki kemampuan dalam melakukan proses tumpang-tindih (*overlay*) secara lebih cepat pada data yang kompleks.

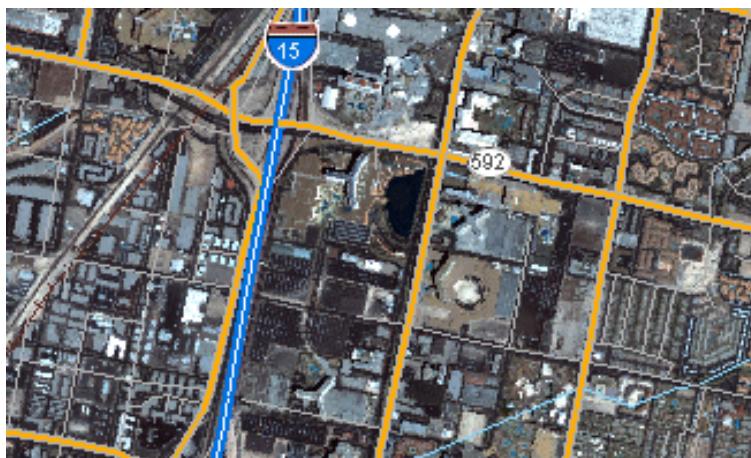
Selain keuntungan dari model *raster*, terdapat pula beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam menggunakan model data *raster* dibandingkan dengan data vektor, di antaranya adalah:

- Terdapat beberapa keterbatasan masalah akurasi dan presisi data terutama dalam pada saat menentukan ukuran sel/piksel.
- Data *raster* sangat berpotensial dalam menghasilkan ukuran *file* yang sangat besar. Peningkatan resolusi akan meningkatkan ukuran data, hal ini akan berdapat pada penyimpanan data dan kecepatan proses. Hal ini akan sangat bergantung kepada kemampuan *hardware* yang akan digunakan.

Pemanfaatan model data *raster* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, akan tetapi *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), Inc (2006) membagi menjadi empat kategori utama, yaitu:

- *Raster* sebagai peta dasar

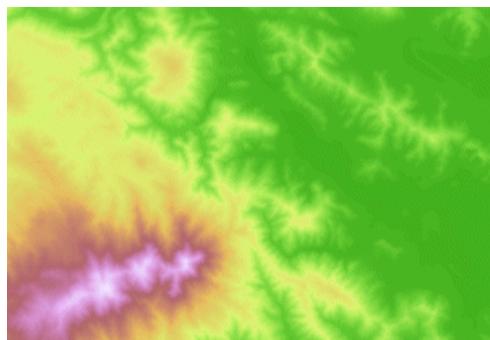
Data *raster* biasanya digunakan sebagai tampilan latar belakang (*background*) untuk suatu layer dari obyek yang lain (vektor). Sebagai contoh foto udara ortho ditampilkan sebagai latar dari obyek jalan (Gambar 2.14). Tiga sumber utama dari peta dasar *raster* adalah foto udara, citra satelit, dan peta hasil scan.



Gambar 2.14. Foto udara (*raster*) ditampilkan sebagai latar dari layer jalan (vektor)

- *Raster* sebagai peta model permukaan

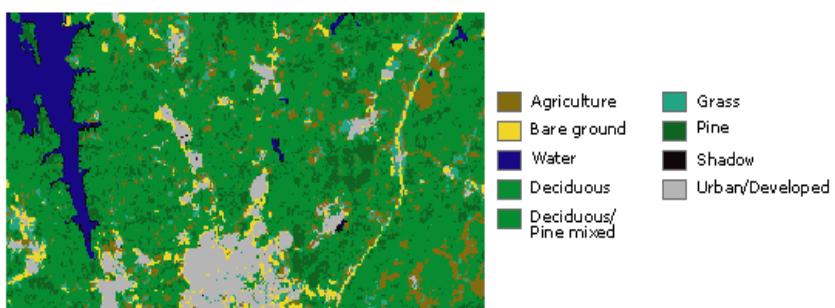
Data *raster* sangat cocok untuk merepresentasikan data permukaan bumi. Data dapat menyediakan metode yang efektif dalam menyimpan informasi nilai ketinggian yang diukur dari permukaan bumi. Selain dapat merepresentasikan permukaan bumi, data *raster* dapat pula merepresentasikan curah hujan, temperatur, konsentrasi, dan kepadatan populasi. Gambar 2.15 berikut ini memperlihatkan nilai ketinggian suatu permukaan bumi. Warna hijau memperlihatkan permukaan yang rendah, dan berikutnya merah, pink dan putih menunjukkan permukaan yang semakin tinggi.



Gambar 2.15. Data *raster* dalam memodelkan permukaan bumi

- *Raster* sebagai peta tematik

Data *raster* yang merepresentasikan peta tematik dapat diturunkan dari hasil analisis data lain. Aplikasi analisis yang sering digunakan adalah dalam melakukan klasifikasi citra satelit untuk menghasilkan kategori tutupan lahan (*land cover*). Pada dasarnya aktivitas yang dilakukan adalah mengelompokkan nilai dari data multispektral ke dalam kelas tertentu (seperti tipe vegetasi) dan memberikan nilai terhadap kategori tersebut. Peta tematik juga dapat dihasilkan dari operasi *geoprocessing* yang dikombinasikan dari berbagai macam sumber, seperti vektor, *raster*, dan data permukaan.



Gambar 2.16. Data *raster* dalam mengklasifikasi data tutupan lahan

- *Raster* sebagai atribut dari obyek

Data *raster* dapat pula digunakan sebagai atribut dari suatu obyek, baik dalam foto digital, dokumen hasil scan atau gambar hasil scan yang mempunyai hubungan dengan obyek geografi atau lokasi. Sebagai contoh dokumen kepemilikan persil dapat ditampilkan sebagai atribut obyek persil.

Model data vektor merupakan model data yang paling banyak digunakan, model ini berbasiskan pada titik (*points*) dengan nilai koordinat (x,y) untuk membangun obyek spasialnya. Obyek yang dibangun terbagi menjadi tiga bagian lagi yaitu berupa titik (*point*), garis (*line*), dan area (*polygon*).

- Titik (*point*)

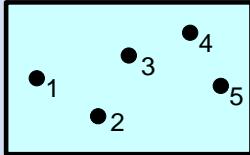
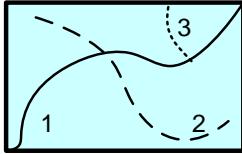
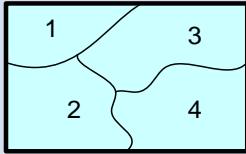
Titik merupakan representasi grafis yang paling sederhana pada suatu obyek. Titik tidak mempunyai dimensi tetapi dapat ditampilkan dalam bentuk simbol baik pada peta maupun dalam layar monitor. Contoh: Lokasi Fasilitasi Kesehatan, Lokasi Fasilitas Kesehatan, dll.

- Garis (*line*)

Garis merupakan bentuk *linear* yang menghubungkan dua atau lebih titik dan merepresentasikan obyek dalam satu dimensi. Contoh: Jalan, Sungai, dll.

- Area (Poligon)

Poligon merupakan representasi obyek dalam dua dimensi. Contoh: Danau, Persil Tanah, dll.

Jenis	Contoh Representasi	Contoh Atribut																		
Titik		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th><th>Nama</th><th>Lokasi</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>SMU 1</td><td>Kec. A</td></tr> <tr> <td>2</td><td>SDN B</td><td>Kec. A</td></tr> <tr> <td>3</td><td>SMP 5</td><td>Kec. A</td></tr> <tr> <td>4</td><td>SDN A</td><td>Kec. B</td></tr> <tr> <td>5</td><td>SMU 2</td><td>Kec. B</td></tr> </tbody> </table>	ID	Nama	Lokasi	1	SMU 1	Kec. A	2	SDN B	Kec. A	3	SMP 5	Kec. A	4	SDN A	Kec. B	5	SMU 2	Kec. B
ID	Nama	Lokasi																		
1	SMU 1	Kec. A																		
2	SDN B	Kec. A																		
3	SMP 5	Kec. A																		
4	SDN A	Kec. B																		
5	SMU 2	Kec. B																		
Garis		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th><th>Status Jalan</th><th>Kondisi</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>Jalan Nasional</td><td>Baik</td></tr> <tr> <td>2</td><td>Jalan Provinsi</td><td>Sedang</td></tr> <tr> <td>3</td><td>Jalan Kabupaten</td><td>Rusak</td></tr> </tbody> </table>	ID	Status Jalan	Kondisi	1	Jalan Nasional	Baik	2	Jalan Provinsi	Sedang	3	Jalan Kabupaten	Rusak						
ID	Status Jalan	Kondisi																		
1	Jalan Nasional	Baik																		
2	Jalan Provinsi	Sedang																		
3	Jalan Kabupaten	Rusak																		
Poligon		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th><th>Guna Lahan</th><th>Luas (Ha)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>Sawah</td><td>20</td></tr> <tr> <td>2</td><td>Permukiman</td><td>30</td></tr> <tr> <td>3</td><td>Kebun</td><td>45</td></tr> <tr> <td>4</td><td>Danau</td><td>40</td></tr> </tbody> </table>	ID	Guna Lahan	Luas (Ha)	1	Sawah	20	2	Permukiman	30	3	Kebun	45	4	Danau	40			
ID	Guna Lahan	Luas (Ha)																		
1	Sawah	20																		
2	Permukiman	30																		
3	Kebun	45																		
4	Danau	40																		

Gambar 2.17. Contoh representasi data vektor dan atributnya

Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.17, model data vektor terbagi menjadi beberapa bagian, di antaranya :

- Topologi, biasa digunakan dalam analisis spasial dalam SIG. Topologi merupakan model data vektor yang menunjukkan hubungan spasial di antara obyek spasial. Salah satu contoh adalah bahwa persimpangan di antara dua garis di pertemukan dalam bentuk titik, dan kedua garis tersebut secara explisit dalam atributnya mempunyai informasi sebelah kiri dan sebelah kanan. Topologi sangat berguna pada saat melakukan deteksi kesalahan pada saat

proses digitasi. Selain itu berguna pula dalam melakukan proses analisis spasial yang bersifat kompleks dengan melibatkan data spasial yang cukup besar ukuran filenya. Salah satu contoh analisis spasial yang dapat dilakukan dalam format topologi adalah proses tumpang tindih (*overlay*) dan analisis jaringan (*network analysis*) dalam SIG.

- Non Topologi, merupakan model data yang mempunyai sifat yang lebih cepat dalam menampilkan, dan yang paling penting dapat digunakan secara langsung dalam perangkat lunak (*software*) SIG yang berbeda-beda. Non-topologi digunakan dalam menampilkan atau memproses data spasial yang sederhana dan tidak terlalu besar ukuran filenya. Pengguna hendaknya dapat mengetahui dengan jelas dari kedua format ini. Sebagai contoh dalam format produk ESRI, yang dimaksud dengan fomat non-topologi adalah dalam bentuk *shapefile*, sedangkan format dalam bentuk topologi adalah *coverage*.
- Model data vektor dalam topologi lebih jauh lagi dapat dikembangkan dalam dua kategori, yaitu Data Sederhana (*Simple Data*) yang merupakan representasi data yang mengandung tiga jenis data (titik, garis, poligon) secara sederhana. Sedangkan Data Tingkat Tinggi (*Higher Data Level*), dikembangkan lebih jauh dalam melakukan pemodelan secara tiga dimensi (3 Dimensi/ 3D). Model tersebut adalah dengan menggunakan TIN (*Triangulated Irregular Network*). Model TIN merupakan suatu set data yang membentuk segitiga dari suatu data set yang tidak saling bertampalan. Pada setiap segitiga dalam TIN terdiri dari titik dan garis yang saling terhubungkan sehingga membentuk segitiga. Model TIN berguna dalam merepresentasikan ruang (spasial) dalam bentuk 3D,

sehingga dapat mendekati kenyataan di lapangan. Salah satu di antaranya adalah dalam membangun Model Permukaan Bumi Digital (Digital Terrain Model/DTM).

- Region, merupakan sekumpulan poligon, di mana masing-masing poligon tersebut dapat atau tidak mempunyai keterkaitan di antaranya akan tetapi saling bertampalan dalam satu data set.
- *Dynamic Segmentation*, adalah model data yang dibangun dengan menggunakan segmen garis dalam rangka membangun model jaringan (*network*).

Kedua model data spasial yang telah disebutkan di atas (*raster* dan vektor) mempunyai karakteristik yang berbeda dalam mengaplikasikannya. Hal ini sangat bergantung pada tujuan, analisis, sistem dan aplikasi yang akan digunakan. Tabel berikut ini memperlihatkan perbandingan di antara kedua model tersebut.

Gambar 2.18. Tabel perbandingan struktur data vektor dan *raster*

Parameter	Vektor	Raster
Akurasi	Akurat dan lebih presisi	Sangat bergantung dengan ukuran <i>grid</i> /sel
Atribut	Relasi langsung dengan DBMS ( <i>database</i> )	Grid/sel merepresentasikan atribut. Relasi dengan DBMS tidak secara langsung
Kompleksitas	Tinggi. Memerlukan algortima dan proses yang sangat kompleks	Mudah dalam mengorganisasi dan proses
<i>Output</i>	Kualitas tinggi sangat bergantung dengan plotter/printer dan kartografi	Bergantung terhadap <i>output</i> printer/plotter
Analisis	Spasial dan atribut terintegrasi. Kompleksitasnya sangat tinggi	Bergantung dengan algortima dan mudah untuk dianalisis
Aplikasi dalam Remote Sensing	Tidak langsung, memerlukan konversi	Langsung, analisis dalam bentuk citra sangat dimungkinkan
Simulasi	Kompleks dan sulit	Mudah untuk dilakukan simulasi
<i>Input</i>	Digitasi, dan memerlukan konversi dari scanner	Sangat memungkinkan untuk diaplikasikan dari hasil konversi dengan menggunakan scan
Volume	Bergantung pada kepadatan dan jumlah verteks	Bergantung pada ukuran <i>grid</i> /sel
Resolusi	Bermacam-macam	Tetap

*Sumber : Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (1996) dan A. Longley, et al. (2001)*

## **BAB 3**

### **SPATIAL DATA MODELLING**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami dan mengenal berbagai jenis pemodelan data spasial pada sistem informasi geografis.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami model data spasial pada sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami kelebihan dan kekurangan data *raster* dan data vektor
- Mahasiswa mengerti berbagai metode penyimpanan data *raster*
- Mahasiswa memahami model data vektor
- Mahasiswa memahami berbagai pemodelan data spasial dengan sistem informasi geografis.

#### **3.1. Data Spasial**

Setiap perangkat lunak SIG telah didesain untuk dapat mengatasi data spasial (disebut juga data geografis). Data spasial ditandai dengan informasi tentang posisi, hubungan antar fitur lain, dan rincian antar karakter non-spasial (Burrough, 1986). Contoh data spasial dari suatu stasiun cuaca bisa mencakup:

- Lintang data bujur sebagai referensi geografis. Jika garis lintang dan garis bujur dari sebuah stasiun cuaca yang lain dapat diasumsikan, beserta dengan kedekatannya ke bukit dan daerah berbahaya.

- Rincian hubungan seperti letak jalan, lift, dan jalur ski akan memungkinkan ahli meteorologi untuk mengakses ke stasiun cuaca.
- Data non-spasial, sebagai contoh rincian sebagai jumlah salju, temperatur, kecepatan angin, dan arah.

Apabila sistem disalahgunakan, hal ini dapat membatasi masa depan penggunaan SIG (Openshaw, 1990). Metode tradisional dalam mempresentasikan ruang yang ditempati oleh data spasial adalah dengan suatu serial dari *thematic layer*. Data spasial yang direpresentasikan baik sebagai *layer* maupun obyek, harus disederhanakan sebelum mereka dapat disimpan ke dalam komputer. Cara umum untuk melakukannya dengan memisahkan semua fitur geografi ke dalam dua dimensi *entity* (*entity* adalah sebuah komponen atau blok bangunan yang digunakan untuk membantu organisasi data) yaitu:

- Tiga tipe dasar *entity* : *point*, *line* dan *polygon*
- Dua spasial entitas tambahan : *surface* dan *network*  
Dalam SIG, data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format, yaitu: data *raster* dan data vektor.
- Data *raster*  
Data *raster* merupakan jenis gambar digital yang direpresentasikan dengan pixel-pixel sebagai unit terkecil. Atau dapat diidentifikasi sebagai metode untuk menyimpan, memproses, dan menampilkan data spasial. Dalam hal penyimpanannya, terdapat beberapa metode yaitu *run length encoding*, *block encoding*, *chain encoding* dan *quadtree data structure*.
- Data vektor  
Data vektor merupakan suatu struktur data yang digunakan untuk menyimpan data spasial. Penyimpanan data vektor biasanya terdiri dari titik, garis (*arc*) dan poligon.

Dalam data spasial, ada yang dinamakan topologi yaitu kumpulan entitas yang saling berhubungan. *Seven bridges of konigsberg* merupakan topologi yang popular. Metode paling umum pada struktur geografi *real world* pada komputer menggunakan *layered approach*. Selain itu dalam data spasial terdapat juga model 3D dan 4D.

Entitas adalah sebuah komponen atau blok bangunan yang digunakan untuk membantu organisasi data. Tiga entitas dasar SIG ialah *point, line, dan polygon*.

- *Point*

*Point* digunakan untuk merepresentasikan fitur yang terlalu kecil untuk direpresentasikan oleh area, contohnya kotak pos. Data yang tersimpan untuk kotak pos akan mencakup lokasi geografi dan rincian dari fiturnya. Garis lintang dan garis bujur, atau referensi koordinat, dapat diberikan bersamaan dengan rincian yang menerangkan bahwa itu adalah kotak pos. Tentunya, fitur yang direpresentasikan oleh titik tidak sepenuhnya dijelaskan dengan referensi geografis dua dimensi. Akan selalu ada komponen ketinggian tertentu di atas permukaan laut.

- *Line*

*Line* digunakan untuk merepresentasikan fitur yang berbentuk gais pada alam, misalnya jalan dan sungai. *Line* juga dapat merepresentasikan fitur garis yang tidak nyata, seperti perbatasan administratif atau perbatasan internasional. Akan sulit bagi pengguna SIG untuk menentukan saat kapan sebuah fitur harus direpresentasikan dengan garis.

Sebuah garis adalah kumpulan titik-titik yang teratur. Garis adalah kumpulan dari koordinat (x,y) yang digabungkan bersama-sama beruntun dan biasanya dihubungkan dengan garis lurus. Seperti halnya titik, garis-

garis juga dalam kenyataan berbentuk tiga dimensi. Sebagai contoh seorang hidrogeologis lebih banyak memiliki aktivitas di dalam tanah sama halnya di atas permukaan tanah. Penambahan sebuah koordinat z (menggambarkan kedalaman atau ketinggian) ke titik membentuk garis yang merepresentasikan sungai memungkinkan gambaran tiga dimensi yang akurat dari fitur tersebut.

- *Polygon*

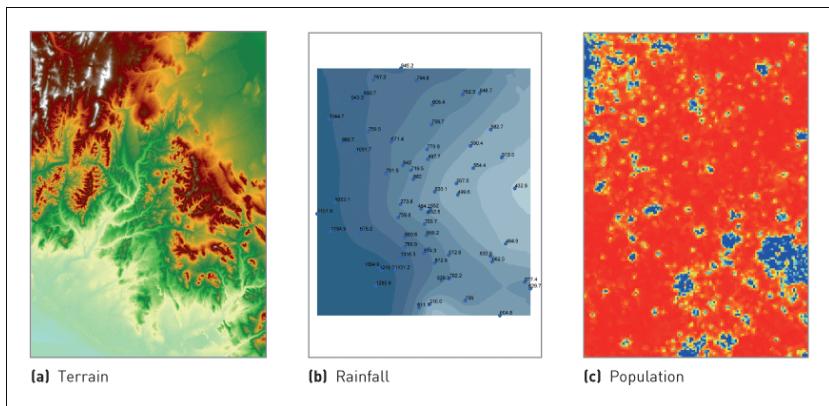
*Polygon* digambarkan oleh kumpulan garis yang tertutup dan digunakan untuk mendefinisikan fitur seperti lapangan, bangunan, atau daerah administratif. *Entity* dari area sering dideskripsikan sebagai poligon. Seperti halnya fitur pada garis, beberapa dari poligon ini berada pada permukaan, sementara yang lainnya hanya imajinasi.

Ada dua tipe poligon yang dapat diidentifikasi yaitu *island polygon* dan *adjacent polygon*. *Island polygon* terjadi pada situasi yang bervariasi, tidak hanya pada pulau sebenarnya. Sebagai contoh area perhutanan dapat kelihatan seperti pulau dalam lapangan, atau sebuah pemukiman industri sebagai pulau dalam batasan area perkotaan. Poligon tipe khusus yang sering digambarkan sebagai *nested polygon*, dihasilkan oleh garis terluar pantai. *Adjacent polygon* lebih dikenal secara umum. Di sini, perbatasan dibagi antara *adjacent areas*. Misalnya lapangan, area kode pos, dan perbatasan properti.

Area tiga dimensi adalah permukaan. Permukaan dapat digunakan untuk merepresentasikan variabel topografi atau non-topografi seperti tingkat polusi atau kepadatan penduduk.

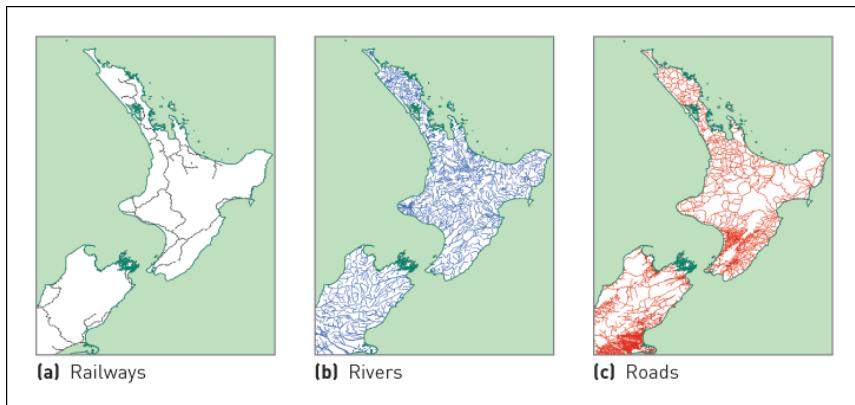
Terdapat juga entitas spasial tambahan seperti *surface* dan *network*. *Entitas surface* digunakan untuk menampilkan fitur-fitur yang *continuous* (terus-menerus). Model *surface* biasanya dibuat menggunakan DTM (*Digital Terrain Model*). DTM dibuat dari

sebuah rangkaian salah satu antara permukaan yang teratur atau yang tidak teratur ( $x,y,y$ ).



Gambar 3.1. Contoh tipe *surface*

Model *network* adalah kumpulan fitur *line* yang terhubung yang mana terdapat data *flow*, obyek atau material.



Gambar 3.2. Model data *network*

Dalam SIG terdapat dua format data yaitu data *raster* dan data vektor yaitu:

- **Data Raster**

Data *raster* adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (*grid*)/ sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur. Foto digital seperti areal fotografi atau foto satelit merupakan bagian dari data *raster* pada peta. *Raster* mewakili data *grid continue*. Nilainya menggunakan gambar berwarna seperti fotografi, yang ditampilkan dengan *level* merah, hijau, dan biru pada sel. Pada data *raster*, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut sebagai *pixel* (*picture element*). Resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixel-nya, semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh sel, semakin tinggi resolusinya. Data *raster* dihasilkan dari sistem penginderaan jauh dan sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual seperti jenis tanah, kelembaban tanah, suhu, dan lain-lain. Peta *raster* adalah peta yang diperoleh dari fotografi suatu areal, foto satelit atau foto permukaan bumi yang diperoleh dari komputer. Contoh peta *raster* yang diambil dari satelit cuaca.

- **Data Vector**

Data vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area (poligon). Ada tiga tipe data vektor (titik, garis, dan poligon) yang bisa digunakan untuk menampilkan informasi pada peta. Titik bisa digunakan sebagai lokasi sebuah kota atau posisi *tower* radio. Garis bisa digunakan untuk menunjukkan *route* suatu perjalanan atau menggambarkan *boundary*. Poligon bisa digunakan untuk menggambarkan sebuah danau atau sebuah Negara pada peta dunia. Dalam format vektor,

bumi direpresentasikan sebagai suatu mosaik dari garis (*arc/line*), poligon (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik/ *point* (node yang mempunyai label), *nodes* (merupakan titik perpotongan antara dua baris). Setiap bagian dari data vektor dapat saja mempunyai informasi-informasi yang berasosiasi satu dengan lainnya seperti penggunaan sebuah label untuk menggambarkan informasi pada suatu lokasi. Peta vektor terdiri dari titik, garis, dan area poligon. Bentuknya dapat berupa peta lokal jalan.

### 3.2. Kelebihan dan Kekurangan Data *Raster* dan Vektor

Kelebihan dan kekurangan data *raster* dan data vektor yaitu:

- Data *Raster*

#### Kelebihan Data *Raster*:

- a. Memiliki struktur data yang sederhana
- b. Mudah dimanipulasi dengan menggunakan fungsi-fungsi matematis sederhana
- c. Teknologi yang digunakan cukup murah dan tidak begitu kompleks sehingga pengguna dapat membuat sendiri program aplikasi yang menggunakan citra *raster*
- d. *Compatible* dengan citra-citra satelit penginderaan jauh dan semua *image* hasil *scanning* data spasial
- e. *Overlay* dan kombinasi data *raster* dengan data inderaja mudah dilakukan
- f. Memiliki kemampuan-kemampuan permodelan dan analisis spasial tingkat lanjut
- g. Metode untuk mendapatkan citra *raster* lebih mudah
- h. Gambar permukaan bumi dalam bentuk citra *raster* yang didapat dari radar atau satelit penginderaan jauh selalu aktual daripada bentuk vektornya
- i. Prosedur untuk memperoleh data dalam bentuk *raster* lebih mudah, sederhana dan murah

- j. Harga sistem perangkat lunak aplikasinya cenderung lebih murah.

**Kekurangan Data Raster:**

- a. Secara umum memerlukan ruang atau tempat menyimpan (*disk*) yang besar dalam komputer, banyak terjadi *redundancy* data baik untuk setiap *layer*-nya maupun secara keseluruhan
  - b. Penggunaan sel atau ukuran *grid* yang lebih besar untuk menghemat ruang penyimpanan akan menyebabkan kehilangan informasi dan ketelitian
  - c. Sebuah citra *raster* hanya mengandung satu tematik saja sehingga sulit digabungkan dengan atribut-atribut lainnya dalam satu *layer*
  - d. Tampilan atau representasi dan akurasi posisi sangat bergantung pada ukuran pikselnya (resolusi spasial)
  - e. Sering mengalami kesalahan dalam menggambarkan bentuk dan garis batas suatu obyek, sangat bergantung pada resolusi spasial dan toleransi yang diberikan
  - f. Transformasi koordinat dan proyeksi lebih sulit dilakukan
  - g. Sangat sulit untuk merepresentasikan hubungan topologi (juga *network*)
  - h. Metode untuk mendapatkan format data vektor melalui proses yang lama, cukup melelahkan dan *relative* mahal.
- 
- Data Vektor
- Kelebihan Data Vektor:**
- a. Memerlukan ruang atau tempat menyimpan yang lebih sedikit di komputer
  - b. Satu *layer* dapat dikaitkan dengan atau menggunakan atribut sehingga dapat menghemat ruang penyimpanan secara keseluruhan

- c. Dengan banyak atribut yang banyak dikandung oleh *layer*, banyak peta tematik lain yang dapat dihasilkan sebagai peta turunannya
- d. Hubungan topologi dan *network* dapat dilakukan dengan mudah
- e. Memiliki resolusi spasial yang tinggi
- f. Representasi grafis data spasialnya sangat mirip dengan peta garis buatan tangan manusia
- g. Memiliki batas-batas yang teliti, tegas dan jelas sehingga sangat baik untuk pembuatan peta-peta administrasi dan persil tanah milik
- h. Transformasi koordinat dan proyeksi tidak sulit dilakukan.

#### Kekurangan Data Vektor:

- a. Memiliki struktur data yang kompleks
- b. Datanya tidak mudah untuk dimanipulasi
- c. Pengguna tidak mudah berkreasi untuk membuat programnya sendiri untuk memenuhi kebutuhan aplikasinya. Hal ini disebabkan oleh struktur data vektor yang lebih kompleks dan prosedur fungsi dan analisisnya memerlukan kemampuan tinggi karena lebih sulit. Pengguna harus membeli sistem perangkat lunaknya karena teknologinya masih mahal. Prosedurnya pun terkadang lebih sulit.
- d. Karena proses keseluruhan untuk mendapatkannya lebih lama, peta vektor seringkali mengalami *out of date* atau kadaluarsa
- e. Memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang lebih mahal
- f. *Overlay* beberapa *layers vector* secara simultan memerlukan waktu yang relatif lama.

The raster view of the world	Happy Valley spatial entities	The vector view of the world
	 Points: hotels	

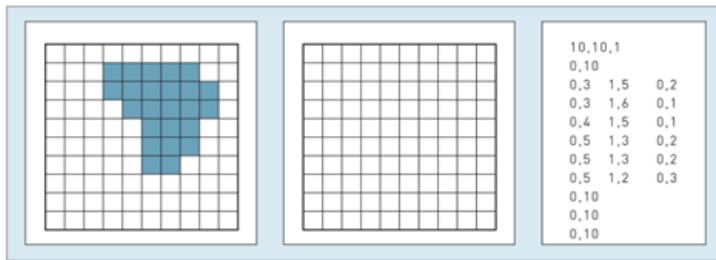
Gambar 3.3. Model data spasial dan vektor

### 3.3. Metode Penyimpanan Data *Raster*

Data *raster* mempunyai beberapa metode penyimpanan data yaitu *run length encoding*, *block encoding*, *chain encoding* dan *quadtree data structure*.

- *Run Length Encoding*

Mengurangi jumlah data pada setiap baris.

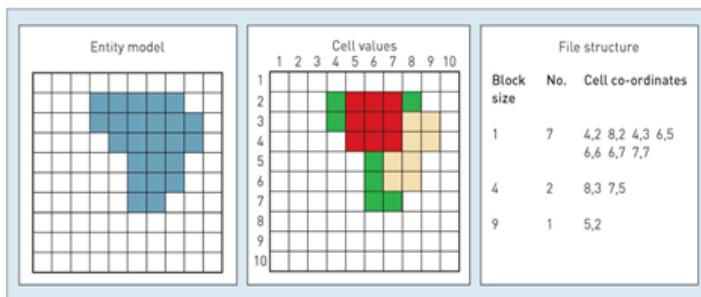


(a) Run length encoding

Gambar 3.4. *Run Length Encoding*

- *Block Encoding*

Metode ini perluasan dari *Run length encoding* menggunakan rangkaian blok untuk menyimpan data.

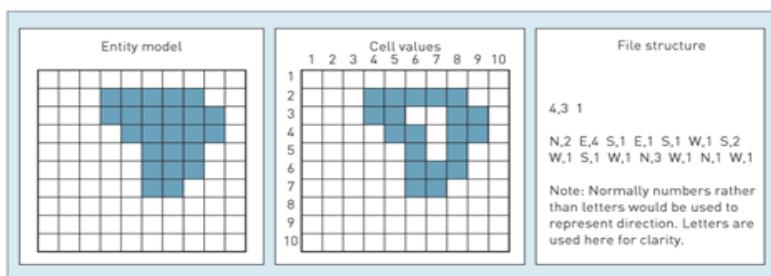


(b) Block encoding

Gambar 3.5. *Block Encoding*

- *Chain Encoding*

Pengurangan data dengan mendefinisikan batas-batas entitas.

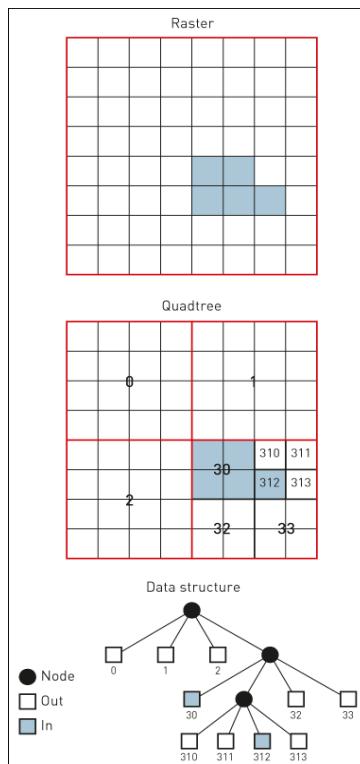


(c) Chain encoding

Gambar 3.6. *Chain Encoding*

- *Quadtree data structure*

Membagi setiap sel dalam *image* ke dalam empat per empat bagian lalu dibagi lagi ke dalam kelas-kelas.



Gambar 3.7. *Quadtree Data Structure*

### 3.4. Model Data Vektor

Model data vektor dikenal pula sebagai model data *spaghetti*. Pada model ini, lembaran kertas peta ditranslasikan garis demi garis ke dalam list koordinat (x,y) dalam format digital. Sebuah titik dikodekan sebagai pasangan koordinat (x,y) tunggal. Sebuah garis dikodekan sebagai *list* atau *string* pasangan koordinat (x,y) Sementara area atau luasan dikodekan sebagai poligon dan

direkam sebagai pasangan koordinat *closed-loop* yang didefinisikan batas-batasnya. Model data ini merupakan ekspresi peta dalam sistem koordinat kartesian. *File* data koordinat (x,y) merupakan struktur data yang sebenarnya yang disimpan dalam sistem komputer.

Model data spaghetti sangat tidak efisien untuk kebanyakan tipe analisis spasial yang diperlukan SIG. Hal ini dikarenakan hampir semua tipe analisis spasial dalam SIG harus diturunkan dengan menggunakan proses komputasi. Walaupun demikian, model ini sangat efisien untuk reproduksi peta secara digital karena informasi yang tidak berhubungan dengan masalah proses *plotting* dan reproduksi (misalnya hubungan spasial dan topologi) tidak turut direkam dan diproses sama sekali.

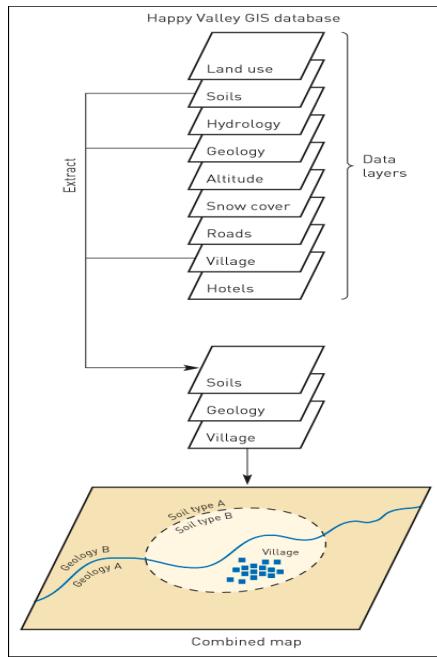
Topologi ialah hubungan interkoneksi antara entitas-entitas pada peta. Dapat diartikan sebagai daftar hubungan eksplisit di antara *feature* geografi yang meliputi: konektiviti, kontiguiti dan definisi area. Konektiviti adalah identifikasi topologi dari kumpulan *arc* yang dihubungkan pada setiap *node*. Konektiviti di dalam jaringan linier ditentukan oleh pencatatan nomor *from-node* dan nomor *to-node* untuk setiap *arc*. Dengan demikian, *arc* yang berhubungan akan menggunakan *node* bersama (*common node*). Kontiguiti adalah identifikasi topologi dari poligon yang bersebelahan dengan pencatatan poligon kiri dan poligon kanan dari setiap *arc*. Dan definisi area adalah daftar *arc* yang pada akhirnya akan menentukan poligon.



Gambar 3.8. Konektiviti, kontiguiti dan definisi area

*Arc node* topologi ialah struktur data dalam cakupan yang digunakan untuk mewakili fitur *linear* dan batas-batas poligon dan untuk mendukung fungsi analisis, seperti jaringan *tracking*. *Nodes* merupakan simpul awal dan akhir dari masing-masing busur. *Arc* yang berbagi *node* yang terhubung, dan poligon didefinisikan oleh serangkaian *arc* terhubung. *Arc* yang memotong *arc* lain dibagi menjadi dua busur. Setiap *arc* yang mendefinisikan semua atau sebagian dari batas poligon mencatat jumlah poligon ke kiri dan ke kanan, memberikan arah perjalanan.

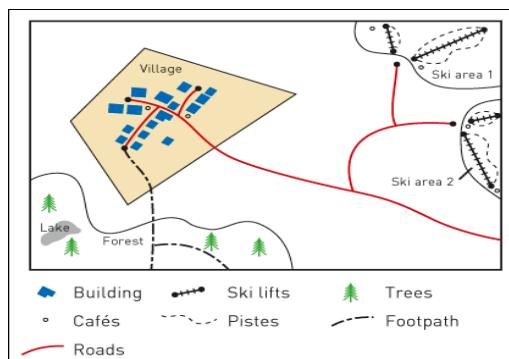
Dalam data GIS sebagian besar perangkat lunak yang diatur dalam tema sebagai *layered approach*. Pendekatan ini memungkinkan data yang akan dimasukkan sebagai tema terpisah dan *overlay* didasarkan pada analisis kebutuhan. Hal ini dapat dikonseptualisasikan sebagai *layering* vertikal karakteristik permukaan bumi. Konsep *overlay* sangat alami untuk kartografer dan spesialis sumber daya alam yang telah dibangun ke dalam desain sistem CAD yang paling vektor juga. Pendekatan *overlay*/lapisan yang digunakan dalam sistem CAD digunakan untuk memisahkan kelas utama fitur spasial. Konsep ini juga digunakan untuk memesan data secara logis dalam perangkat lunak GIS. Terminologi mungkin berbeda antara perangkat lunak GIS, tapi pendekatan tersebut sama. Berbagai istilah digunakan untuk mendefinisikan lapisan data dalam perangkat lunak GIS komersial. Ini termasuk tema, cakupan, lapisan, tingkat, benda, dan kelas fitur. Lapisan data dan tema yang paling umum dan paling eksklusif untuk setiap perangkat lunak GIS tertentu dan sesuai.



Gambar 3.9. *Layered Approach* pada SIG

### 3.5. Pemodelan Data Spasial

Pendekatan lain untuk penataan ruang geografis melihat dunia nyata sebagai suatu set obyek individu dan kelompok ialah *object oriented approach*.



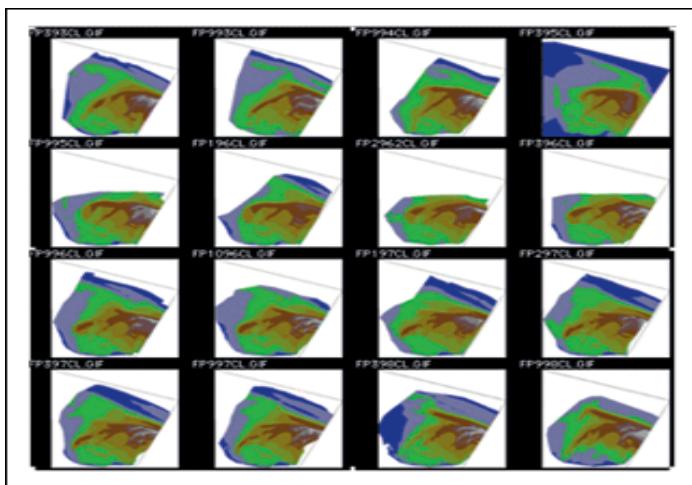
Gambar 3.10. *Object-oriented Approach*

Fase *modeling the third dimension* dari obyek data spasial dalam *database* disajikan berdasarkan sistem manajemen *database* (DBMS). Fase-fase ini meliputi: (1) Mendefinisikan sistem referensi spasial untuk mewakili benda-benda tiga dimensi 3D dengan koordinat dunia nyata, (2) Pemodelan obyek geometris 3D dalam *database* dan (3) Pengindeksan spasial 3D untuk cepat mengakses data 3D.



Gambar 3.11. *Modelling the third dimension*

Sebuah tampilan pada hampir semua *database* GIS akan mengungkapkan bahwa lapisan data yang mewakili tidak lebih dari kolase jika keadaan berbagai entitas pada waktu tertentu. Hal ini dalam banyak hal, memiliki banyak foto umum sebagai *database* GIS sering merupakan catatan keadaan entitas atau kelompok entitas pada waktu tertentu. Namun produksi GIS kami sering merupakan proses jangka panjang itu adalah mote dari mungkin bahwa ini kolase data akan mencakup entitas pada periode yang berbeda dalam waktu. Waktu pemodelan dibuat lebih kompleks karena ada berbagai jenis beberapa waktu yang pengembang GIS perlu *consider work practice time, database time* dan *future time*.



Gambar 3.12. *Modelling the fourth dimension*

*Work practice time* adalah keadaan yang temporal pada *database* GIS digunakan oleh banyak orang. Dalam situasi ini, mungkin ada versi yang berbeda dari keberadaan GIS setiap saat satu dengan beberapa orang waktu kerja untuk memperbaharui informasi. Pada beberapa konteks perencanaan situasi bisa muncul di mana bidang tanah yang sama sedang diedit oleh dua orang pada saat yang sama.

*Database time* adalah periode yang *database* dianggap benar. Tak pelak, tertinggal karena *real time* untuk proses pengambilan data. Masalah dengan waktu *database* yang terjadi jika ada lebih dari satu versi dari *database* yang ada dan tidak ada prosedur untuk mengatur siapa yang dapat memperbaharui dan kapan.

Banyak aplikasi GIS untuk memodelkan *future time*. Aplikasi seperti peramalan longsoran. Ini bisa menjadi masalah yang kompleks karena mungkin ada beberapa alternatif yang mungkin. Misalnya GIS digunakan untuk model longsoran bahwa kondisi iklim yang berbeda akan menghasilkan beberapa gambar masa depan yang berbeda bahwa GIS kebutuhan untuk menangani.

## **BAB 4**

## **DATA ANALYSIS**

### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami berbagai metode analisa data spasial pada sistem informasi geografis.

### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami berbagai jenis pengukuran jarak dan area pada perangkat sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami dan dapat menerapkan berbagai metodel analisa spasial pada sistem informasi geografis.

### **4.1. Pengukuran pada Sistem Informasi Geografis**

Pengukuran pada sistem informasi geografi adalah perhitungan daerah atau area tertentu.

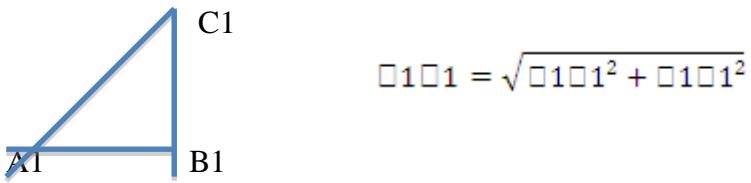
Hasil pengukuran dapat berbeda-beda sesuai dengan data yang dimiliki dan cara pengolahan data.

#### *Raster GIS Measurement*

Data *Raster*: model data *raster* menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel-piksel yang membentuk *grid*.

#### *1. Pythagorean distance*

*Phytagorean distance* atau (*Euclidean distance*) melakukan proses perhitungan jarak antara dua titik dengan menggunakan phytagoras.



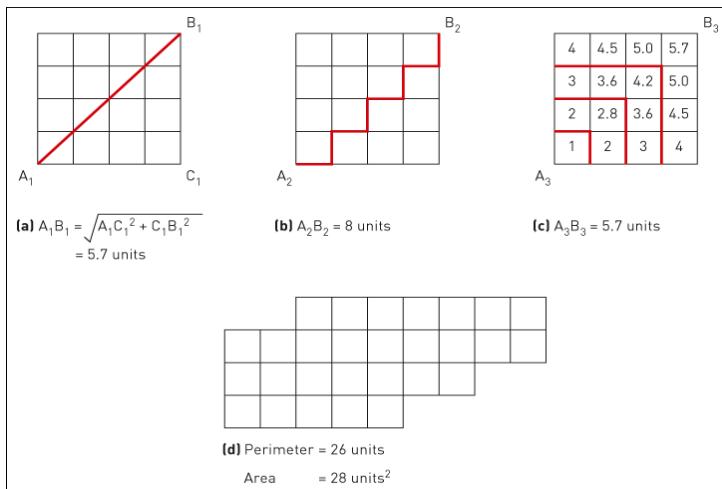
Gambar 4.1. Rumus jarak phitagoras

## 2. *Manhattan distance*

Manhattan distance melakukan proses perhitungan jarak pada data *raster* yang diperoleh dari jumlah sel yang dilalui oleh garis tersebut.

## 3. *Proximity distances*

## 4. *Perimeter and area*

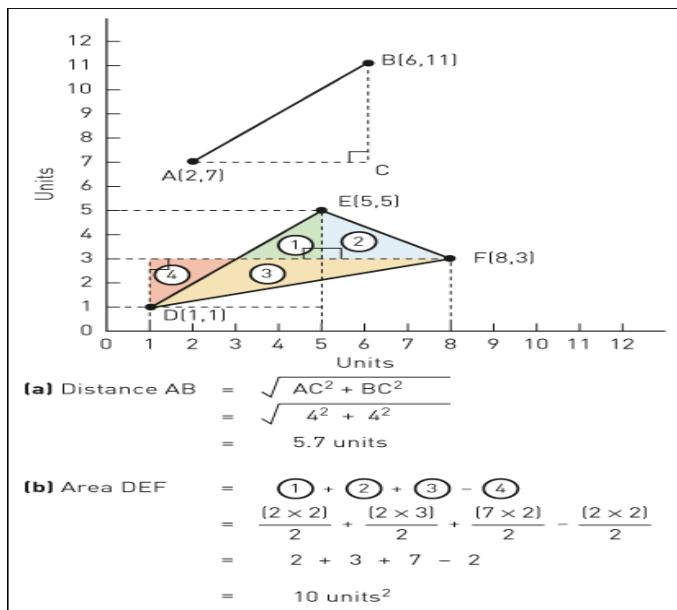


Gambar 4.2. *Vector GIS measurement*

Perimeter adalah jarak sekeliling dari sel tersebut. Pada gambar (d), parameter bernilai 26 unit

Area adalah nilai luas dari sel tersebut. Nilai area pada gambar tersebut sebesar 28 unit

Data SIG yang berupa *vector*, pengukuran dapat menggunakan teorema Phytagoras untuk memperoleh jarak Euclidean. Geometri juga digunakan untuk mengkalkulasikan perimeter dan area.



Gambar 4.3. Perhitungan jarak dan area

Pada gambar di atas, nilai *distance* dari garis AB bernilai 5.7 unit. Nilai *distance* ini diperoleh dengan menggunakan cara teorema phytagoras. Sedangkan nilai area DEF diperoleh dari jumlah masing-masing besaran area. Untuk area (1), nilai panjangnya sebesar 2 unit (diperoleh dari sumbu x), lebar = 2 unit (diperoleh dari sumbu y). Maka dari itu besaran area (1) adalah 2. Untuk area (2), panjang = 3, lebar = 2 maka dari itu diperoleh  $2 \times 3 / 2 = 3$ . Untuk area (3), panjang = 7, lebar = 2 maka dari itu nilai area (3) = 7. Untuk area (4), panjang area = 5 unit, lebar area = 2 unit, maka dari itu besar area bidang DEF =  $2 + 3 + 7 - 4 = 10$  unit<sup>2</sup>. Mengapa area (4) bernilai ‘-‘, ini disebabkan karena area (4) berada di luar bidang DEF.

### *Queries*

*Queries* pada SIG merupakan cara paling penting untuk mengambil data dari *database*. Operator Boolean sering digunakan sebagai penggabung antara *query* dengan kenyataan/ kondisi yang diperlukan.

## 4.2. Analisa Spasial

### *Reclassification*

Reklasifikasi merupakan variasi penting pada gagasan query GIS dan dapat digunakan di tempat query dalam GIS *Raster*. Contoh reclasifikasi adalah jika pada saat pembuatan peta dilakukan klasifikasi bahwa setiap area hutan lindung ditandai dengan nilai 10. Maka, asumsikan nilai area hutan lindung = 1, maka reclasifikasi sudah dilakukan pada pembuatan peta baru di mana area non-hutan lindung bernilai = 0. Operasi reclasifikasi ini menggunakan operator Boolean (1,0).

Reklasifikasi



a

ID	Negara	Luas_km2	Jml_Penduduk
1	Bulgaria	110.801,500	8.943.258
2	Rumania	236.654,000	23.540.550
3	Serbia	88.201,758	9.979.116

b

Gambar 4.4. Contoh data spasial dan atributnya

## » ***Buffering and Neighborhoods Functions***

Terdapat berbagai fungsi yang tersedia pada GIS, yang memungkinkan entitas spasial untuk mempengaruhi *neighborhoods* sehingga kemudian mempengaruhi karakter-karakter suatu entitas.

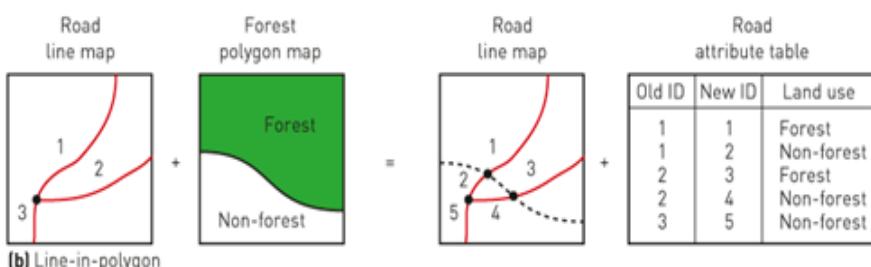
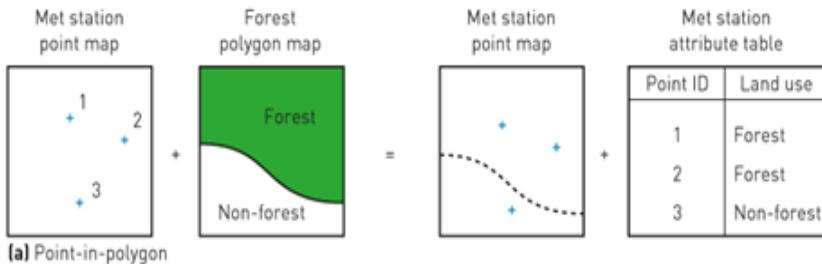
## » ***Integrating Data – Map Overlay***

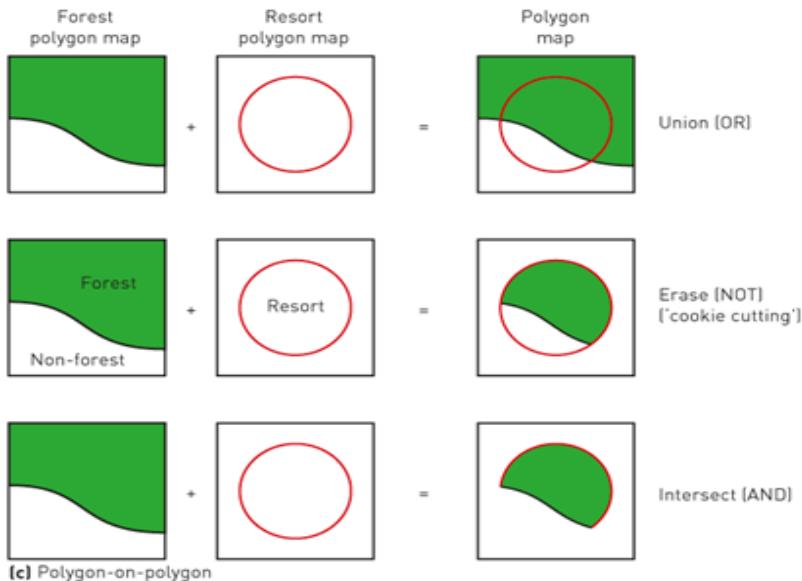
Integrasi data adalah kemampuan untuk menggabungkan data dari dua sumber yang berbeda, menggunakan teknik *map overlay*, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai bahan analisis.

*Overlay* adalah set data baru yang digabungkan dengan dua atau lebih set data , sehingga menghasilkan satu *layer* baru.

Terdapat perbedaan dalam penggunaan teknik *overlay* peta antara *raster* dan *vector*.

**Vector overlays :** (1) *point-in-polygon*, (2) *line-in-polygon* and (3) *polygon on polygon*





Gambar 4.5. Vector overlays : (1) point-in-polygon, (2) line-in-polygon, (3) polygon on polygon (using add) and Polygon on polygon (Boolean alternatives)

Met stations	Happy Valley Resort	Result																											
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	10	10	10	10	10	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>11</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	11	10	10	10	10	1	0	0	0
1	0	0																											
0	0	1																											
0	0	0																											
10	10	10																											
10	10	0																											
0	0	0																											
11	10	10																											
10	10	1																											
0	0	0																											
Met station = 1	Resort = 10	Neither resort nor met station = 0																											
Other areas = 0	Other area = 0	Met station, not in resort = 1																											
<b>(a) Point-in-polygon [using add]</b>		Resort no met station = 10																											
Met station in resort = 11		Met station in resort = 11																											
Roads	Forestry	Result																											
<table border="1"> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2</td></tr> </table>	2	0	0	0	2	0	0	0	2	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> </table>	0	5	5	0	0	0	5	5	5	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>0</td><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>7</td></tr> </table>	2	5	5	0	2	0	5	5	7
2	0	0																											
0	2	0																											
0	0	2																											
0	5	5																											
0	0	0																											
5	5	5																											
2	5	5																											
0	2	0																											
5	5	7																											
Roads = 2	Forest = 5	Neither road nor forest = 0																											
Other areas = 0	Other area = 0	Road, not in forest = 2																											
<b>(b) Line-in-polygon [using add]</b>		Forest, no road = 5																											
		Road in forest area = 7																											

Gambar 4.6. Raster overlays

## » *Spatial Interpolation*

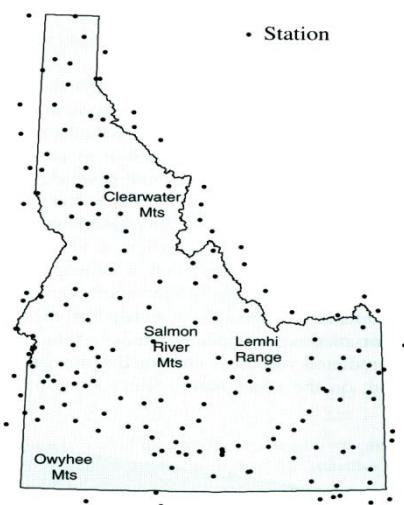
Interpolasi spasial adalah prosedur memperkirakan nilai properti dalam area tertutup, oleh pengamatan yang ada.

Klasifikasi interpolasi:

### 1. *Local or Global Interpolation*

titik station merupakan titik kontrol.

*Local interpolation:* Menggunakan sample dari titik kontrol. Contoh pada gambar di samping adalah titik Clearwater Mts, Salmon River Mts, Lemhi Rang dan Owyhee Mts, merupakan sample dari titik kontrol.



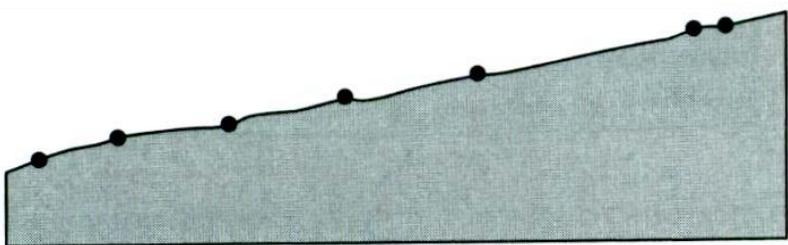
Gambar 4.7. Spatial interpolasi- Local interpolasi

## *Global Interpolation:*

Menggunakan semua titik yang ada pada daerah titik kontrol.

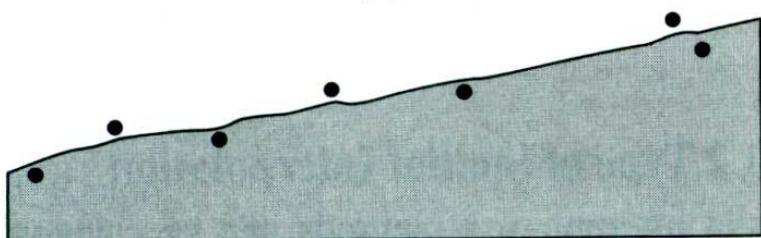
## 2. *Exact or Approximate*

*Exact Interpolation:* memprediksi nilai pada daerah titik kontrol yang memiliki nilai yang sama dengan titik yang dilakukan pada observasi lapangan. Interpolasi menghasilkan permukaan yang dilewati langsung oleh beberapa titik kontrol.



Gambar 4.8. Exact Interpolation

*Inexact Interpolation/ Approximate:* Memprediksi nilai titik kontrol yang tidak sesuai dengan observasi lapangan.



Gambar 4.9. Inexact Interpolation

## 3. *Gradual or Abrupt*

*Gradual Interpolation:* Interpolasi yang menghasilkan perubahan-perubahan yang bertahap. Contohnya adalah nilai rata-rata dari obyek yang bergerak. Diperlukan batasan *semipermeable* atau batasan *impermeable*.

Batasan *semipermeable*: menghasilkan perubahan yang cepat tapi memiliki nilai yang berkelanjutan, contoh: perubahan cuaca

Batasan *Permeable*: menghasilkan perubahan yang terjadi secara tiba-tiba, contoh: gempa bumi, perubahan yang bersifat geologis.

#### 4. *Deterministic or Stochastic*

*Deterministic Interpolation*: Interpolasi di mana tidak memiliki nilai *error* pada nilai prediksi yang dilakukan

*Stochastic Interpolation*: Interpolasi di mana memiliki sebaran nilai *error* terhadap nilai prediksi yang dilakukan.

The one popular local interpolation method is: Thiessen polygon (*Voronoi polygon*)

Thiessen polygon merupakan metode interpolasi yang tepat untuk mengasumsikan bahwa nilai *un-sample* lokasi sama dengan nilai terdekat pada titik sample.

Thiessen polygon dibuat dengan membagi garis yang menghubungkan *neighberhood points*, kemudian menggambar bisectors tegak lurus, lalu menggunakan bisektris ini untuk merakit tepi polygon.

*Triangulated Irregular network* (TIN) adalah cara elegan untuk mengkonstruksi permukaan dari satu set *spaced data point*.

#### » *Analysis of Surfaces*

*Calculating Slope and Aspect*

Lereng adalah kecuraman atau gradien dari unit yang biasanya diukur sebagai sudut dalam ukuran derajat sebagai persentase.

*Aspect* adalah arah yang dihitung dari derajat utara.

*Visibility Analysis* adalah identifikasi daerah-daerah yang dapat dilihat dari suatu titik tertentu pada permukaan medan.

» ***Location Analysis***

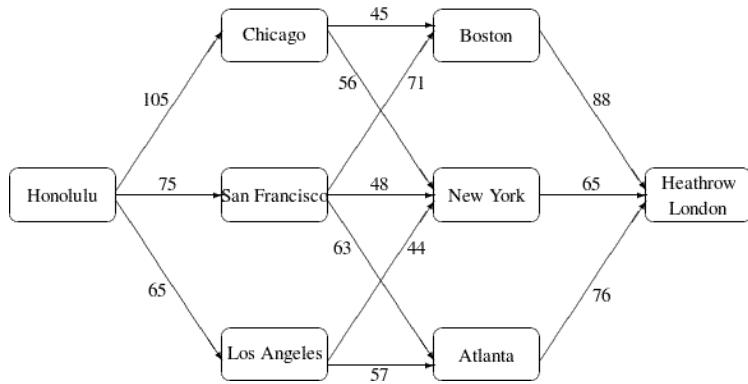
*Location* analisis juga berlaku di mana data set jaringan yang cocok tidak tersedia, atau terlalu besar atau mahal untuk dimanfaatkan, atau di mana algoritma lokasi sangat kompleks atau melibatkan pemeriksaan atau simulasi dari jumlah yang sangat besar konfigurasi alternatif.

» ***Network Analysis***

GIS berbasis analisis jaringan dapat digunakan untuk mengatasi berbagai masalah praktis seperti pemilihan rute dan lokasi fasilitas (inti topik di bidang riset operasi, dan masalah yang melibatkan arus seperti yang ditemukan dalam penelitian hidrologi dan transportasi. Dalam banyak kasus masalah lokasi berhubungan dengan jaringan dan dengan demikian ditangani dengan alat yang dirancang untuk tujuan ini, tetapi di lain jaringan yang ada mungkin memiliki relevansi sedikit atau tidak ada atau mungkin tidak praktis untuk menggabungkan dalam proses pemodelan. masalah yang tidak secara khusus jaringan dibatasi, seperti baru jalan atau pipa routing, gudang lokasi regional, posisi tiang telepon selular atau pemilihan lokasi perawatan kesehatan masyarakat pedesaan, dapat dianalisis secara efektif (setidaknya pada awalnya) tanpa mengacu pada jaringan fisik analis.

Beberapa permasalahan klasik *network* analisis:

1. *The shortest path problem*



Gambar 4.10. Contoh The shortest path problem

Solusi : Algoritma Shortest Path (prime & Djikstra algorithm)

1. *The travelling salesperson problem*
2. *Location-allocation modelling*
3. *Route tracing*
4. *Quantitative spatial analysis*

## **BAB 5**

### **PEMODELAN ANALITIS PADA SIG**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami berbagai pemodelan analitis pada sistem informasi geografis.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami berbagai jenis pengukuran jarak dan area pada perangkat sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami dan dapat menerapkan berbagai metodel analisa spasial pada sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami proses pemodelan fisik dan lingkungan pada sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami proses manusia pada sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami proses pemodelan pengambilan keputusan pada sistem informasi geografis.

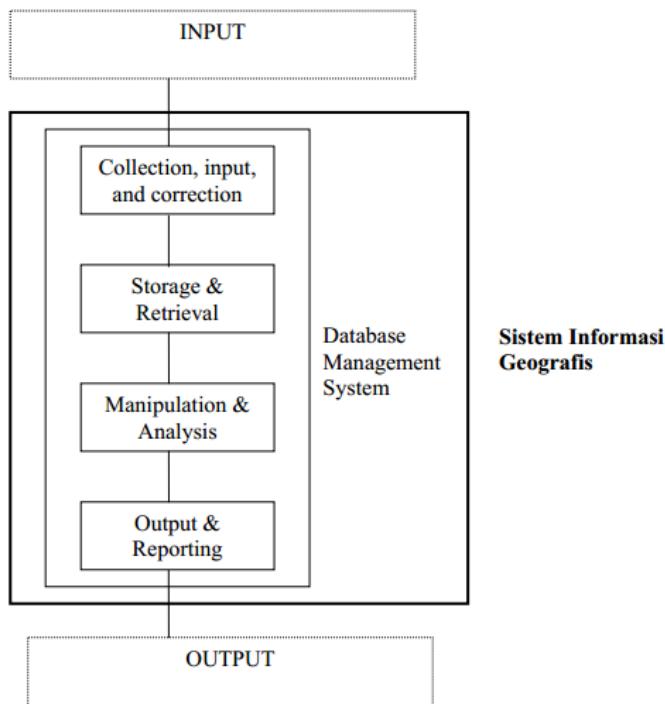
#### **5.1. Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Informasi geografis, dalam bentuk yang paling sederhana, adalah informasi yang berkaitan dengan lokasi tertentu (Martin, 1996:1). Dalam arti luas, *Geographic Information System* merupakan alat bantu dalam memproses data spatial menjadi sebuah informasi.

SIG bukan sekedar penggunaan komputer untuk membuat peta, tapi lebih dari itu SIG seharusnya dapat membantu dalam analisis. Berdasarkan kriterianya sebuah sistem informasi geografis harus memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. *Geographic*. Sistem yang menekankan pada data yang berkaitan dengan skala pengukuran geografis, dan yang mengacu pada sistem koordinat lokasi-lokasi di permukaan bumi.
2. *Information*. Adalah memungkinkan untuk menggunakan sistem ini dalam menjawab pertanyaan tentang *database* geografis, termasuk informasi tentang kondisi geografis. Informasi ini menampilkan inti dari informasi yang spesifik dan bermakna dari berbagai kumpulan data, dan hanya ini yang mungkin karena data diorganisir menjadi model dari keadaan yang sebenarnya.
3. *System*. Merupakan kondisi yang memungkinkan bagi pengaturan data demi menjawab permasalahan. Dalam makna yang paling general, GIS tidak harus selalu sistem yang otomatis, misalnya hanya berbentuk lembaran peta, tapi GIS harus merupakan sekumpulan prosedur yang terintegrasi mulai dari *input*, penyimpanan, manipulasi, dan *output* dalam bentuk informasi geografis.

Secara teoritis, obyek yang ada dalam *space* geografi dapat dibagi menjadi dua jenis informasi. Jenis pertama yang tekait dengan lokasi mereka di bumi lebih dikenal dengan istilah data spasial. Jenis kedua yang mengidentifikasi properti non spasial dari obyek dan disebut sebagai data atribut. Data atribut dapat diukur dalam skala nominal, ordinal, interval, dan ratio. Atribut inilah yang biasanya digunakan oleh ilmuwan non spasial untuk menggambarkan klasifikasi obyek sesuai nilai atribut yang dimiliki. Klasifikasi geografis secara tradisional mengenal pembagian seluruh obyek dalam empat kelas, yaitu *points*, *lines*, *areas*, dan *surfaces*. Jarak atau panjang adalah dimensi dasar geografis, dan obyek spasial dapat diklasifikasikan sesuai dengan jumlah dimensi panjang yang dimiliki, misalnya nol untuk *point*, satu untuk garis, dua untuk area, dan tiga untuk *surface*. Hanya saja SIG belum dapat menangani data temporal meskipun diakui bahwa dimensi waktu merupakan hal yang penting dalam aplikasi SIG.



Gambar 5.1 Alur proses GIS

## 5.2. Bentuk Dasar Model GIS

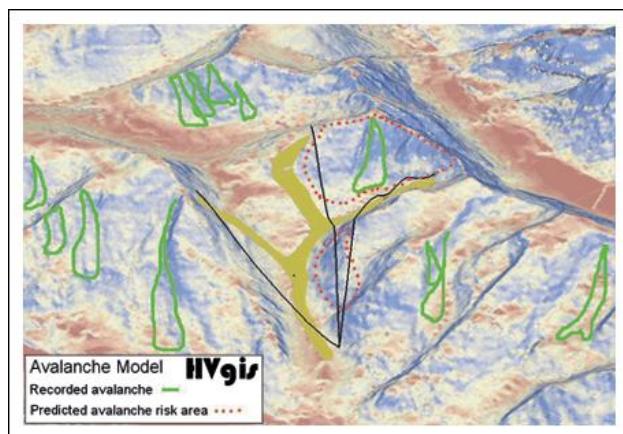
Bentuk dari model SIG memiliki empat komponen utama, yaitu:

1. *Collection, input and correction* adalah operasi yang menekankan pada penerimaan/ pengumpulan data dalam sistem, termasuk digitasi manual, *scanning*, *keyboard entry*, dan penarikan *online* dari sistem *database* lain. Pada tahap ini peta digital pertama kali dibangun.
2. *Mekanisme Storage and retrieval* termasuk kontrol fasilitas penyimpanan data dalam memori, disket, dan mekanisme penarikannya untuk melayani kebutuhan ketiga komponen sistem berikutnya.

3. *Manipulation and analysis* menampilkan keseluruhan teknik yang tersedia dalam transformasi model digital menggunakan *mathematical mean*. Ini merupakan inti dari GIS, dan yang membedakannya dengan *Computer Assisted Cartography*. Sekumpulan algoritma data processing tersedia untuk transformasi data spasial, dan hasil dari manipulasi data dapat ditambahkan pada *database* digital dan dihubungkan dengan visualisasi baru dari sebuah peta.
4. *Output and reporting* meliputi proses mengeluarkan data dari sistem dalam komputer atau bentuk lain yang dapat dibaca. Ini merupakan tahap di mana pengguna *database* digital dapat secara selektif membuat peta analog baru.

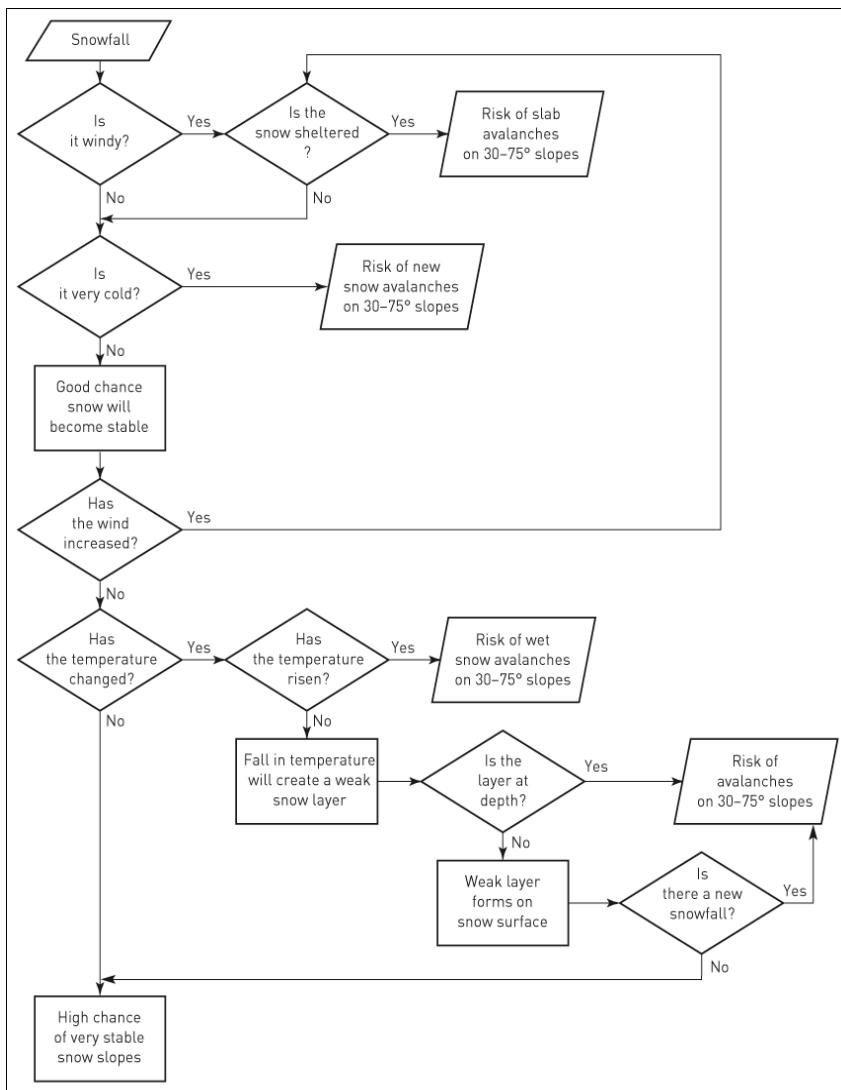
Klasifikasi proses model pada sistem informasi geografis terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. Model analog alami, menggunakan peristiwa aktual atau obyek dunia nyata sebagai dasar untuk konstruksi model.



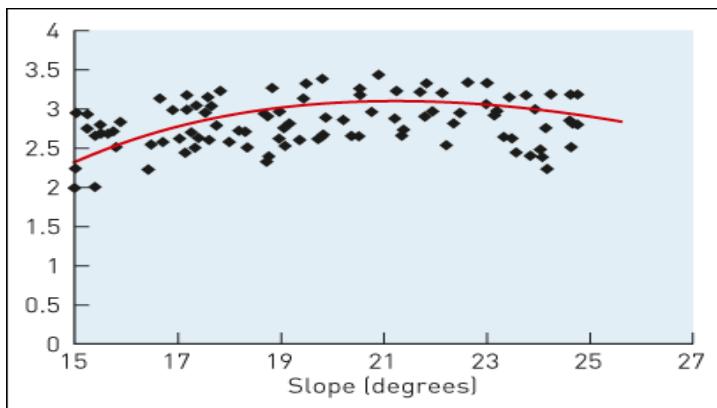
Gambar 5.2. Model analog dan skala

2. Model konseptual biasanya dinyatakan dalam bentuk verbal atau grafis dan untuk menjelaskan dalam kata-kata atau gambar interaksi kuantitatif dan kualitatif antara fitur dunia nyata.



Gambar 5.3 Model konseptual

3. Model matematika menggunakan berbagai teknik termasuk metode deterministik, stokastik dan optimasi.



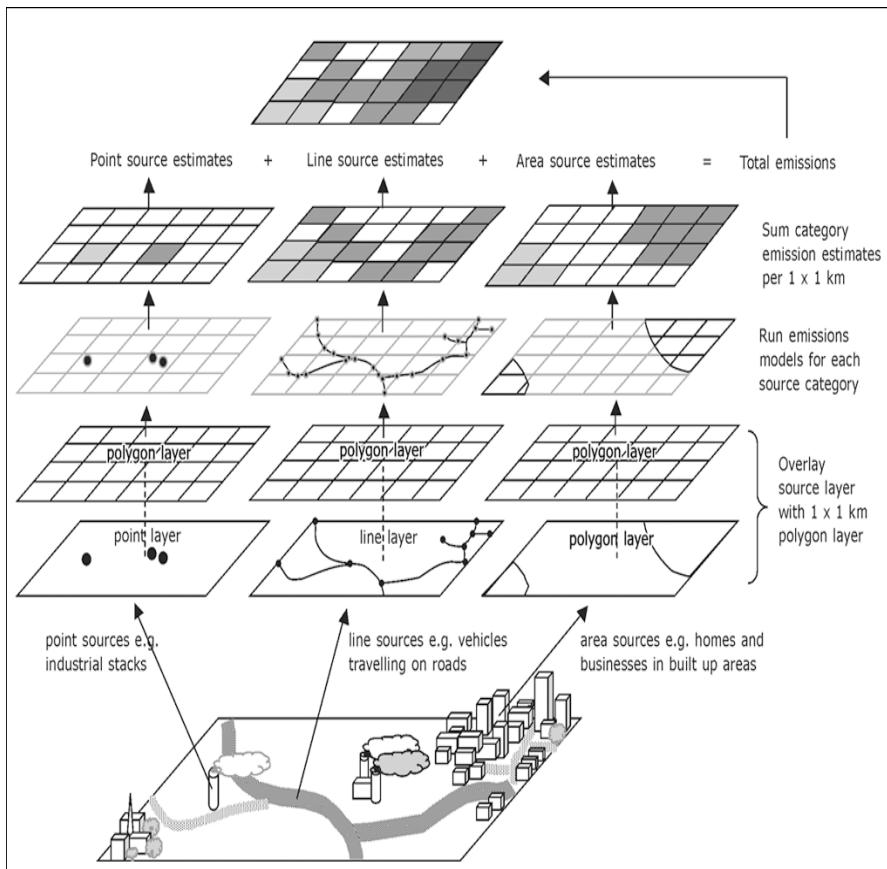
Gambar 5.4 Model matematika

### 5.3. Proses Pemodelan Fisik dan Lingkungan

Proses pemodelan fisik dan lingkungan merupakan proses pemodelan yang paling banyak diimplementasikan menggunakan perangkat sistem informasi geografis.

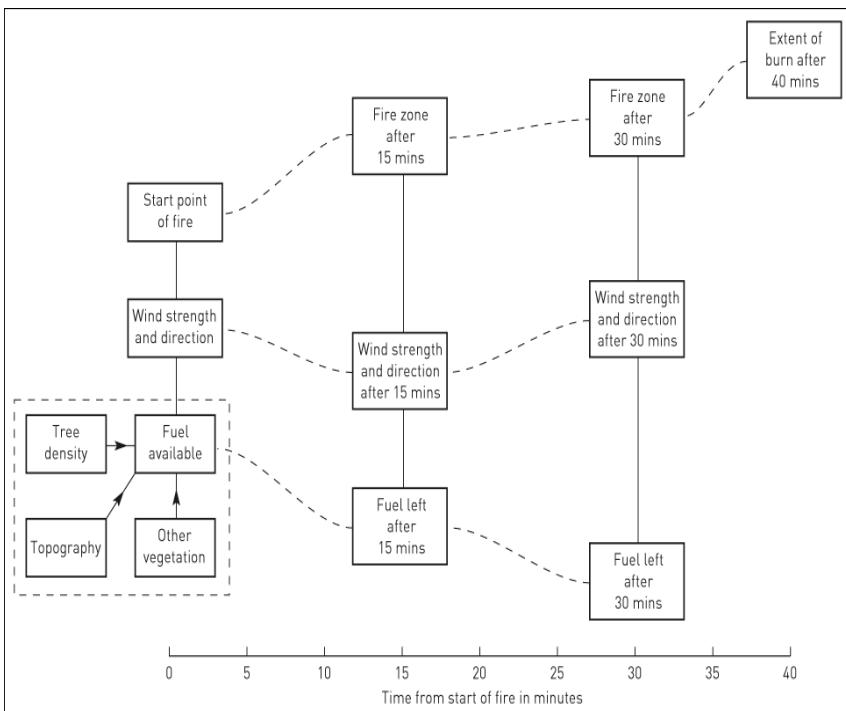
Heywood dkk, 2006 medeskripsikan tiga contoh pemodelan fisik dan lingkungan yaitu pemodelan perhitungan gas buang (emisi), pemodelan kebakaran hutan dan penurunan variable penentuan daerah aliran sungai menggunakan data DEM.

Pada pemodelan gas buang, entitas spasial berupa titik, garis dan area berupa data vektor digunakan untuk memetakan obyek geografis masing-masing *industrial stack*, *vehicles travelling roads* dan daerah pemukiman serta daerah terbangun lainnya. Data data tersebut dalam model selanjutnya di konversi dalam area 1 x 1 km yang selanjutnya digunakan untuk menghitung total gas buang rata-rata per area 1 x 1 km (Gambar 5.5).



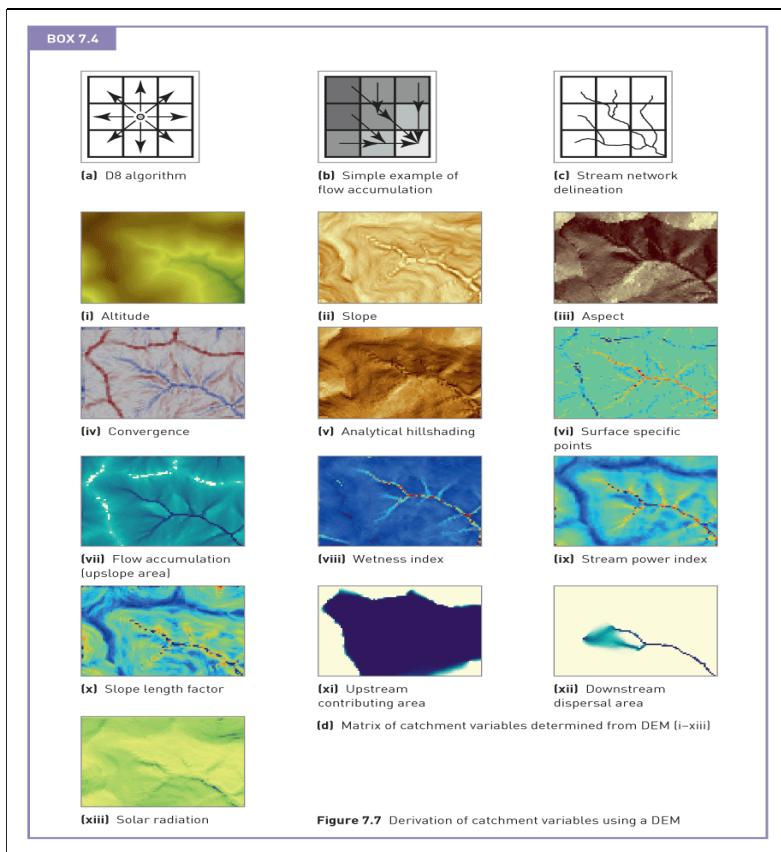
Gambar 5.5 Metodologi estimasi gas buang (emisi) dengan perangkat SIG

Pemodelan kebakaran hutan digambarkan secara konseptual mengenai penggunaan data utama yaitu data kerapatan hutan dan peta topografi. Data-data tersebut selanjutnya dapat diturunkan data material bakar yang digabungkan dengan data-data lain seperti sumber kebakaran, kekuatan dan arah angin serta jenis vegetasi lainnya. Heywood dkk, 2006 mengilustrasikan konseptual model dalam rangkaian waktu yang pendek (Gambar 5.6).



Gambar 5.6. Model konseptual analisa kebakaran hutan dengan SIG

Pemodelan fisik dan lingkungan yang ketiga adalah penurunan variable daerah aliran sungai (DAS) menggunakan data digital elevation model (DEM). Menggunakan data DEM dengan SIG memungkinkan pengguna untuk menghasilkan berbagai macam data seperti ketinggian (*height*), lereng (*slope*) dan *aspect*. Menggunakan DEM dengan algoritma 8 atau D8 memungkinkan untuk mendeterminasi arah aliran permukaan (*surface flow direction*). Algoritma dan teknik yang lain juga memungkinkan pengguna untuk menganalisa berbagai karakteristik DAS seperti bayangan tebing, akumulasi aliran, indeks kekuatan aliran, faktor panjang lereng, indeks wetness dan analisa lain yang diperlukan (Gambar 5.7).

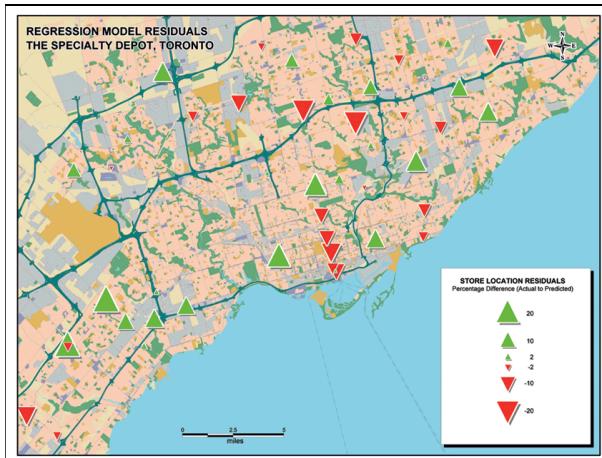


Gambar 5.7. Penurunan variable Daerah Aliran Sungai (DAS) dari DEM

#### 5.4. Proses Pemodelan Lingkungan Manusia

Dikenal dua model utama yang sering digunakan dalam Proses pemodelan perilaku manusia dengan sistem informasi geografis yaitu : *Spatial interaction model* dan *gravity model*.

*Spasial interaction model* adalah model yang digunakan untuk membantu memahami dan memprediksi lokasi suatu aktivitas dan pergerakan material, orang maupun informasi. (Birkin et al, 1996. Gambar 5.8 merupakan salah satu contoh pemodelan lingkungan manusia khususnya untuk memprediksi penjualan pada jaringan store di Toronto, Ontario, Canada.



Gambar 5.8. Persentase antara *actual* dan *predicted sales* di The Specialty Depot's store network in Toronto, Ontario, Canada

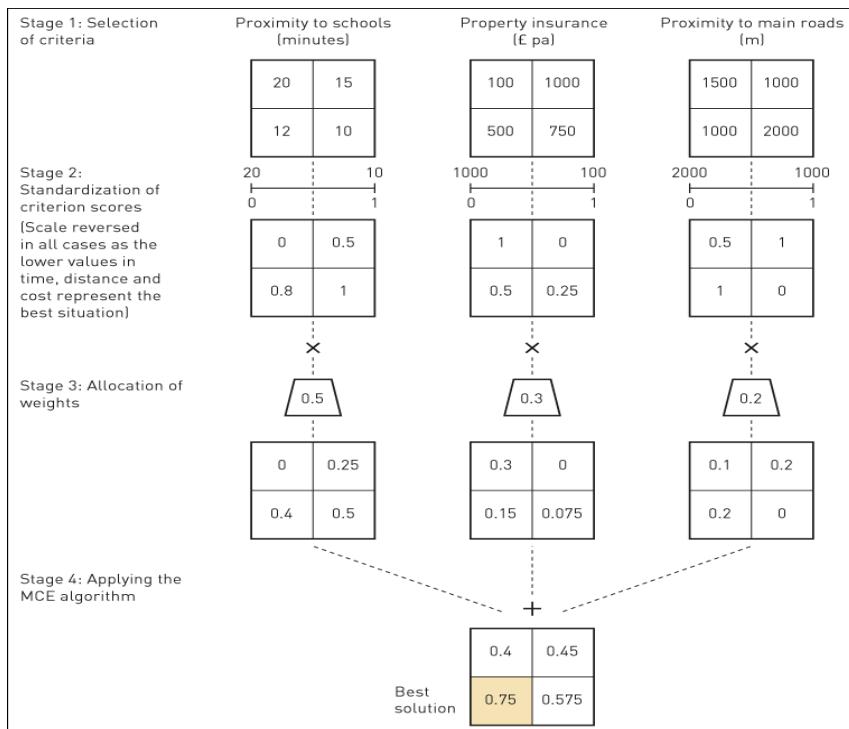
Adapun untuk *gravity model* umumnya digunakan untuk peluruhan jarak yang bersumber dari hukum gravitasi Newton untuk menghitung interaksi relatif antara dua tujuan atau kota yang berbeda.

### 5.5. Proses Pemodelan Pengambilan Keputusan

Pemodelan pengambilan keputusan yang dideskripsikan oleh Heywood dkk, 2006 adalah teknik *Multi Criteria Evaluation* (MCE) yang pada dasarnya merupakan sebuah teknik tambahan untuk menggantikan teknik *overlay* peta yang umum digunakan. Teknik MCE merupakan sebuah teknik mengkombinasikan data spasial menurut kepentingannya untuk menyusun suatu keputusan. Menurut Heywood dkk, 2006, terdapat empat tahapan untuk mengimplementasikan MCE khususnya menggunakan data *raster* yaitu tahapan :

- Pemilihan kriteria,
- Standarisasi nilai masing-masing kriteria
- Mengalokasikan bobot masing-masing kriteria dan
- Mengaplikasikan algoritma MCE

Pada Gambar 5.9 dapat dilihat tahapan pengaplikasian pembobotan pada masing masing kriteria pada sistem pengambilan keputusan pembelian rumah yang menggunakan data *raster*.



Gambar 5.9. Pengaplikasian pembobotan kriteria pada data *raster*

Selain menggunakan teknik MCE dalam pemodelan pengambilan keputusan, Teknik Fuzzy GIS juga dapat menjadi alternatif dalam pemodelan SIG yang analitis. Heywood dkk, 2006 mendeskripsikan contoh pemodelan analitis dengan SIG yang memanfaatkan teknik fuzzy untuk aplikasi mengidentifikasi area kriminalitas tinggi di daerah Leeds di United Kingdom. Teknik Fuzzy pada SIG memungkinkan analisa dapat dilakukan lebih detail khususnya untuk mengatasi pengaruh ketidakpastian (*uncertainty*) pada kondisi dunia nyata.

## **BAB 6**

### **KELUARAN SIG**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

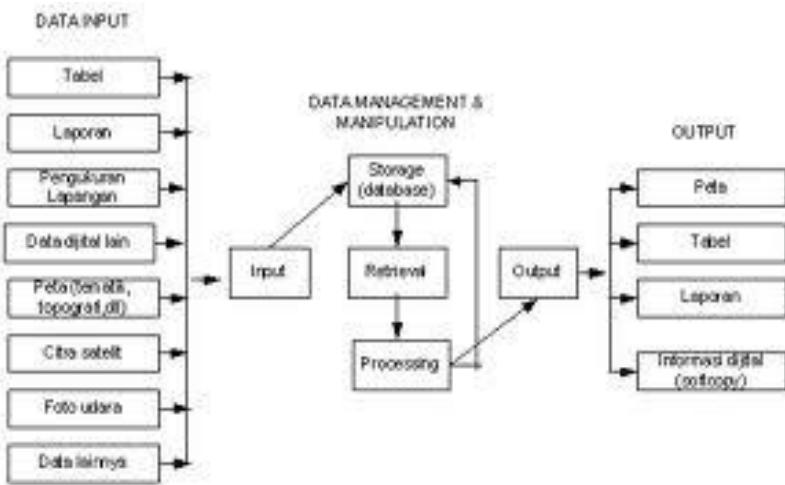
- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami dan mengenal berbagai jenis keluaran (*output*) dari suatu sistem informasi geografis.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami berbagai subsistem dari sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami dan mengenal berbagai jenis keluaran (*output*) dari sistem informasi geografis
- Mahasiswa memahami berbagai elemen dasar dari suatu peta
- Mahasiswa memahami berbagai mekanisme *delivery output* sistem informasi geografis.

#### **6.1. Subsistem Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Untuk membuat suatu perencanaan pembangunan atau pengambilan keputusan yang berkaitan dengan spasial diperlukan analisis data yang bereferensi geografis. Analisis ini harus didukung oleh sejumlah konsep-konsep ilmiah dan sejumlah data yang handal. Data atau informasi yang berkaitan dengan permasalahan akan dipecahkan harus dipilih dan diolah melalui pemrosesan yang akurat. Untuk keperluan tersebut SIG menyediakan sejumlah subsistem data *input*, data *output*, data *management*, dan data *manipulation* dan *analysis*.



Gambar 6.1 Diagram sub sistem dari SIG

a. Data *Input*

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber. Sub-sistem ini pula yang bertanggungjawab dalam mengkonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh perangkat SIG yang bersangkutan.

b. Data *Output*

Sub-sistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti halnya *table*, grafik, *report*, peta, dan lain sebagainya.

c. Data *Management*

Sub-sistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun table-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa hingga mudah dipanggil kembali atau di-*retrieve*, di-*update*, dan diedit.

d. *Data Manipulation & Analysis*

Sub-sistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu sub-sistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi dan operator matematis & logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

Tugas-tugas dari Sistem Informasi Geografis

Beberapa tugas utama yang harus dilakukan oleh Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu:

- a. **Input data**, sebelum data geografis digunakan dalam SIG, data tersebut harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam bentuk digital. Proses konversi data dari peta kertas atau foto ke dalam bentuk digital disebut dengan *digitizing*. SIG modern bisa melakukan proses ini secara otomatis menggunakan teknologi *scanning*.
- b. **Pembuatan peta**, proses pembuatan peta dalam SIG lebih fleksibel dibandingkan dengan cara manual atau pendekatan kartografi otomatis. Prosesnya diawali dengan pembuatan *database*. Peta kertas dapat didigitalkan dan informasi digital tersebut dapat diterjemahkan ke dalam SIG. Peta yang dihasilkan dapat dibuat dengan berbagai skala dan dapat menunjukkan informasi yang dipilih sesuai dengan karakteristik tertentu.
- c. **Manipulasi data**, data dalam SIG akan membutuhkan transformasi atau manipulasi untuk membuat data-data tersebut kompatibel dengan sistem. Teknologi SIG menyediakan berbagai macam alat bantu untuk memanipulasi data yang ada dan menghilangkan data-data yang tidak dibutuhkan.
- d. **Manajemen file**, ketika volume data yang ada semakin besar dan jumlah data user semakin banyak, maka hal terbaik yang harus dilakukan adalah menggunakan *database*

*management system* (DBMS) untuk membantu menyimpan, mengatur, dan mengelola data.

- e. **Analisis query**, SIG menyediakan kapabilitas untuk menampilkan query dan alat bantu untuk menganalisis informasi yang ada. Teknologi SIG digunakan untuk menganalisis data geografis untuk melihat pola dan tren.
- f. **Memvisualisasikan hasil**, untuk berbagai macam tipe operasi geografis, hasil akhirnya divisualisasikan dalam bentuk peta atau graf. Peta sangat efisien untuk menyimpan dan mengkomunikasikan informasi geografis. Namun saat ini SIG juga sudah mengintegrasikan tampilan peta dengan menambahkan laporan, tampilan tiga dimensi, dan multimedia.

## 6.2. Data Output SIG

Data *output* pada Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dihasilkan dari data-data *input* yang diambil adalah:

- 1. Peta atau *Maps*

Pengertian dari peta adalah suatu gambaran atau lukisan yang menampilkan keseluruhan bentuk fisik permukaan bumi suatu wilayah.

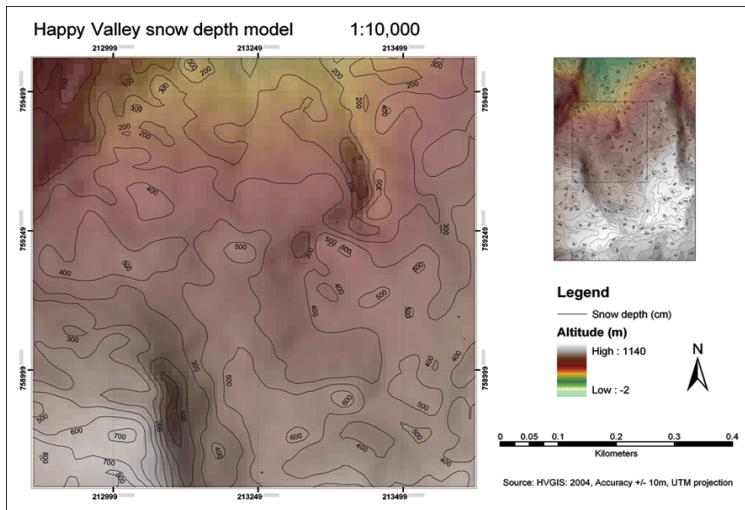


Gambar 6.2. Contoh peta sebagai hasil SIG

## 2. *Cartographic Output*

Kartografi adalah mengumpulkan dan menganalisa data dari lapangan yang berupa unsur-unsur permukaan bumi dan menyajikan unsur-unsur tersebut secara grafis dengan skala tertentu sehingga unsur-unsur tersebut dapat terlihat jelas, mudah dimengerti dan dipahami.

Beberapa simbol yang ada dalam kartografi *output* menurut After Bernhardsen adalah:



Gambar 6.3 Peta sebagai hasil *cartographic output*

### 3. Spatial Multimedia

Terdapat beberapa SIG menawarkan fasilitas untuk layar dan pemutaran multimedia untuk melengkapi citra kartografi.



Gambar 6.4 Output SIG multimedia

#### 4. Non-Cartographic Output

Hasil *output* dari *Non-Cartographic* adalah berupa *table* dan *chart*. Berikut adalah salah satu *output* dari *non-cartographic*:

<b>SUITABLE</b>						
Class	Lower Limit	Upper Limit	Frequency	Prop.	Cum. Freq.	Cum. Prop.
<b>1</b>	<b>2.000</b>		<b>3.000</b>	<b>41252</b>	<b>0.196</b>	<b>53827</b>
<b>0.256</b>						
<b>2</b>	<b>3.000</b>		<b>4.000</b>	<b>92845</b>	<b>0.442</b>	<b>146672</b>
<b>0.698</b>						
<b>3</b>	<b>4.000</b>		<b>5.000</b>	<b>54568</b>	<b>0.260</b>	<b>201240</b>
<b>0.957</b>						
<b>4</b>	<b>5.000</b>		<b>6.000</b>	<b>9000</b>	<b>0.043</b>	<b>210240</b>
<b>1.000</b>						
Class width = <b>1.000</b>						
Display minimum = <b>1.000</b>						
Display maximum = <b>5.000</b>						
<b>Actual minimum = 1.000</b>						
<b>Actual maximum = 5.000</b>						
<b>Mean = 3.029</b>						
<b>Stand. Deviation = 0.930</b>						
<b>N = 210240</b>						

Gambar 6.5. *Output SIG non cartographic*

*Hardware* yang dapat digunakan untuk menghasilkan data-data *output* adalah:

- *Dot Matrix*

*Dot matrix* merupakan printer yang metode pencetakannya menggunakan pita. Cetakan yang dihasilkan terlihat seperti titik-titik yang saling menghubungkan satu dengan lainnya, sehingga hasil cetakan kurang halus dan kurang bagus.

- *Ink Jet*

*Ink Jet* adalah alat cetak yang sudah menggunakan tinta untuk mencetak dan kualitas untuk mencetak gambar berwarna cukup bagus.

- *Pen Plotter*

*Plotter* adalah *printer grafis* yang menggambar dengan menggunakan pena-pena tinta, *plotter* juga merupakan perangkat *output* pertama yang mampu mencetak gambar berukuran gambar sebesar gambar arsitektur dan *engineering*.

- *Laser*

*Laser* adalah *printer* dengan bahan baku tinta berupa serbuk atau *toner*. Cara kerjanya yang mirip dengan mesin fotokopi sehingga menjadikan *printer* ini mempunyai kelebihan dalam hal kecepatan mencetak dokumen yang lebih cepat.

- *Color Laser*

*Color laser* adalah printer laser yang berwarna.

- *Thermal Wax*

*Thermal wax* adalah printer yang menggunakan pita warna CMYK. Pita warna melewati *head print* yang memiliki serangkaian pin yang dipanaskan. Pin ini mencairkan lilin dan merekatkannya pada kertas hingga mengeras kembali.

- *Electrostatic*

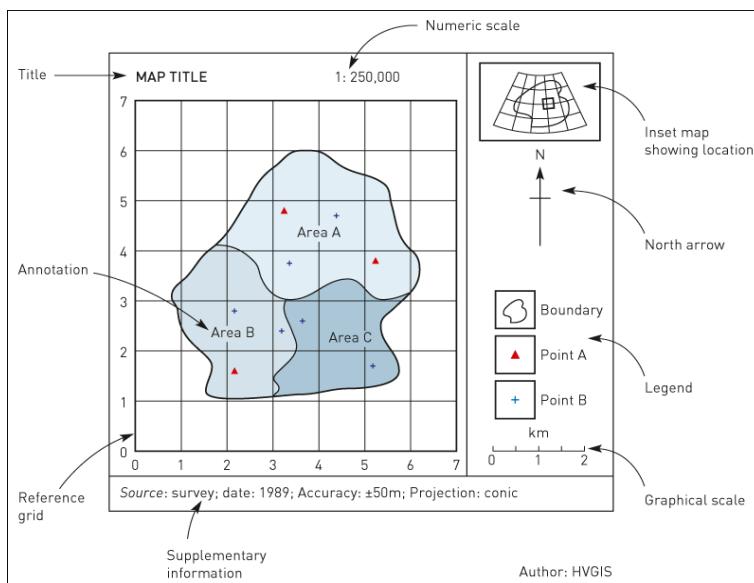
*Electrostatic* adalah printer yang digunakan untuk mencetak gambar teknik (grafik atau rancangan). Biasanya digunakan dengan aplikasi autocad.

### 6.3. Elemen Dasar Peta

Peta sebagai keluaran utama dari suatu sistem informasi geografis menurut Robinson dkk, 1995 dalam Heywood, 2006, dalam desainnya wajib terdiri dari enam elemen kunci yaitu:

- Frame referensi
- Sistem proyeksi,
- Feature yang dipetakan
- Tingkat generalisasi
- Anotasi yang digunakan, dan
- Penggunaan simbolisasi.

Komponen peta yang didasarkan pada enam elemen kunci adalah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6.6.



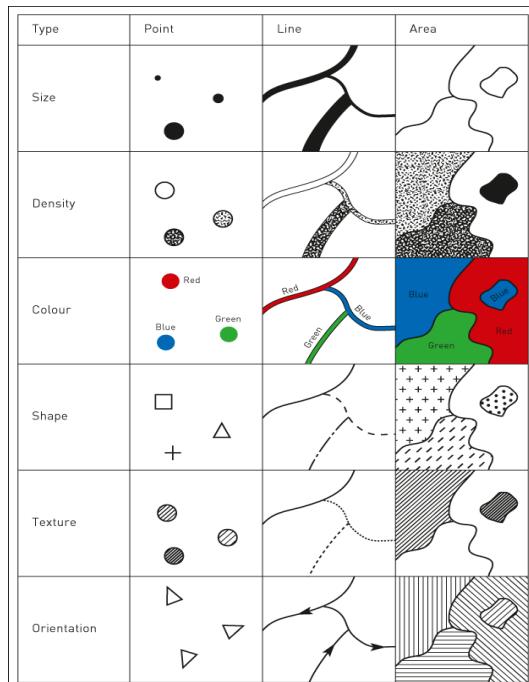
Gambar 6.6. Komponen peta

Selain menerapkan enam elemen kunci, sebuah peta dalam penggambarannya menerapkan simbolisasi kartografis baik untuk entitas titik, garis maupun area. Tipe simbolisasi kartografis dapat berupa simbolisasi menurut ukuran, kerapatan, pewarnaan, bentuk, tekstur maupun orientasi (Gambar 6.7).

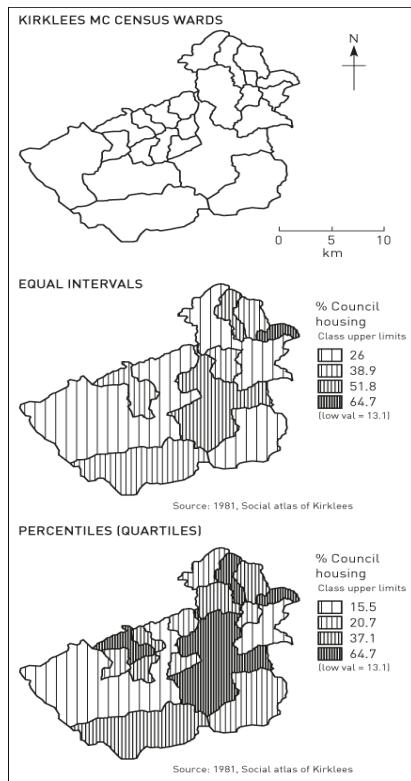
Sistem klasifikasi pada sebuah peta juga umum diterapkan khususnya peta tematik yang menampilkan ordinal dan *interval class* dari *attribute*-nya. Terdapat beberapa metode klasifikasi yang dapat diterapkan pada peta dengan *class interval* yaitu :

1. *Equal Interval*
2. *Percentile (quartile)*
3. *Nested means*
4. *Natural breaks*
5. *Box-and-whisker*

Pada Gambar 6.8 diperlihatkan contoh penerapan berbagai sistem klasifikasi pada peta dengan informasi *percentage of council housing* yang diperoleh dari hasil sensus.



Gambar 6.7 Simbolisasi kartografis pada peta



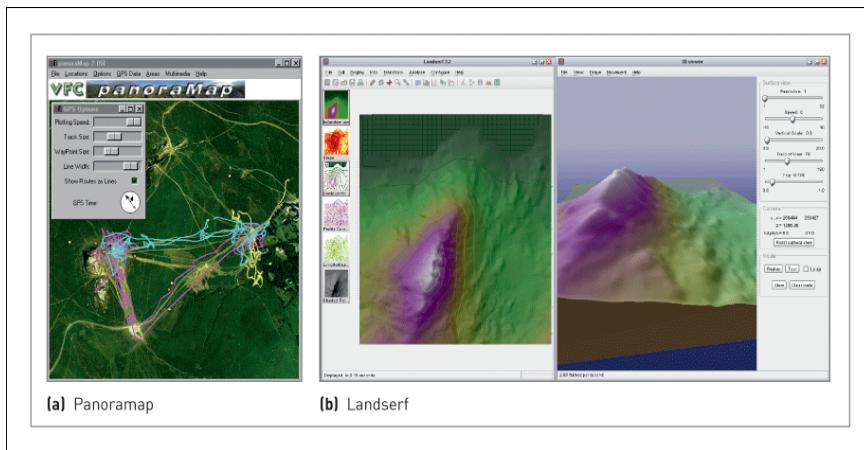
Gambar 6.8 Penerapan klasifikasi *class interval* pada peta

#### 6.4. Mekanisme *Output Delivery*

Seiring dengan kemajuan teknologi informasi, peta menjadi bukan satu satunya keluaran dari suatu SIG. Dikenal dua mekanisme *output delivery* pada suatu SIG yaitu *permanent output* (hard copy) dan keluaran berupa *ephemeral (softcopy)*.

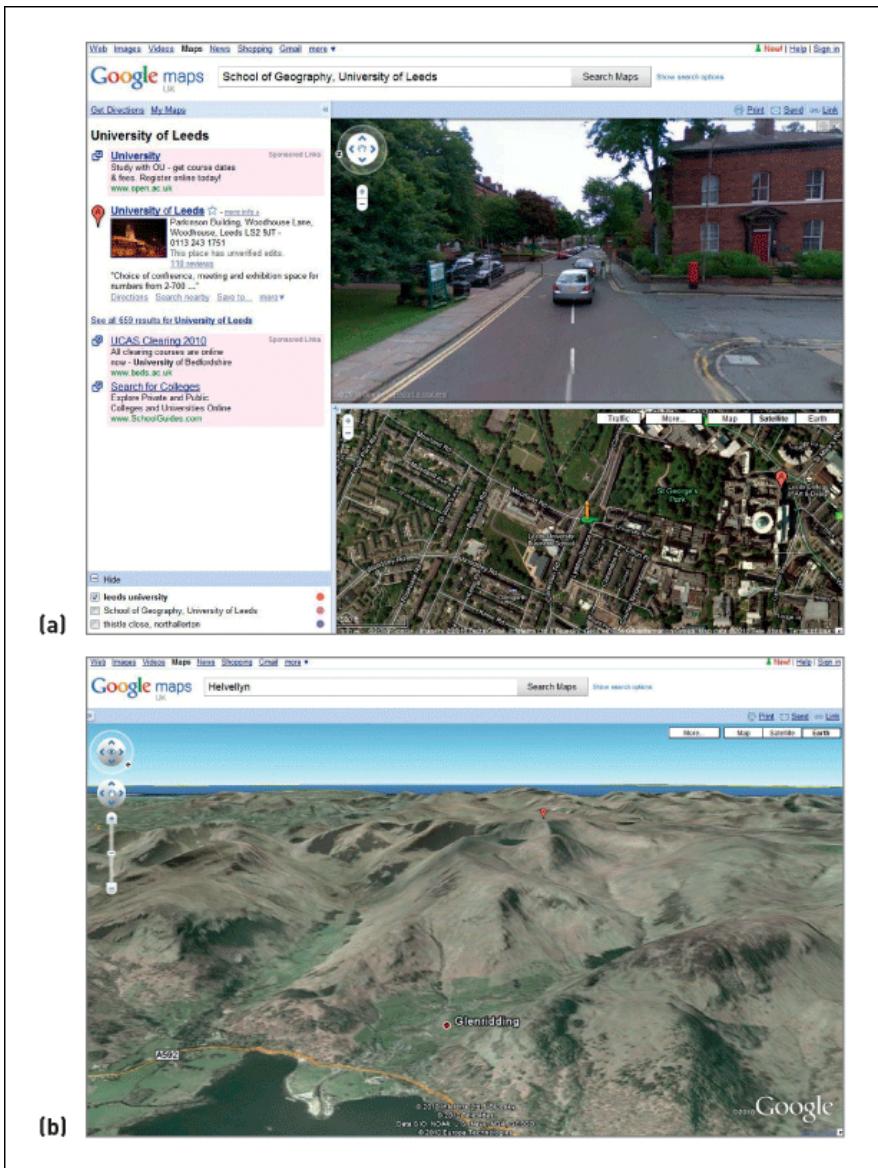
*Permanent output* meliputi *printed* atau film map yang memungkinkan pengguna untuk membawa peta ke mana-mana. Adapun *output ephemeral* secara esensial merupakan keluaran yang melibatkan *computer screen* dalam penggunaannya. Heywood dkk, 2006 mendeskripsikan beberapa mekanisme *output delivery* baik berupa aplikasi yang berbasis desktop, aplikasi yang berbasis

webGIS seperti virtual field course (Gambar 6.9) dan aplikasi virtual reality GIS.



Gambar 6.9 Aplikasi Virtual Field Course Berbasis Web

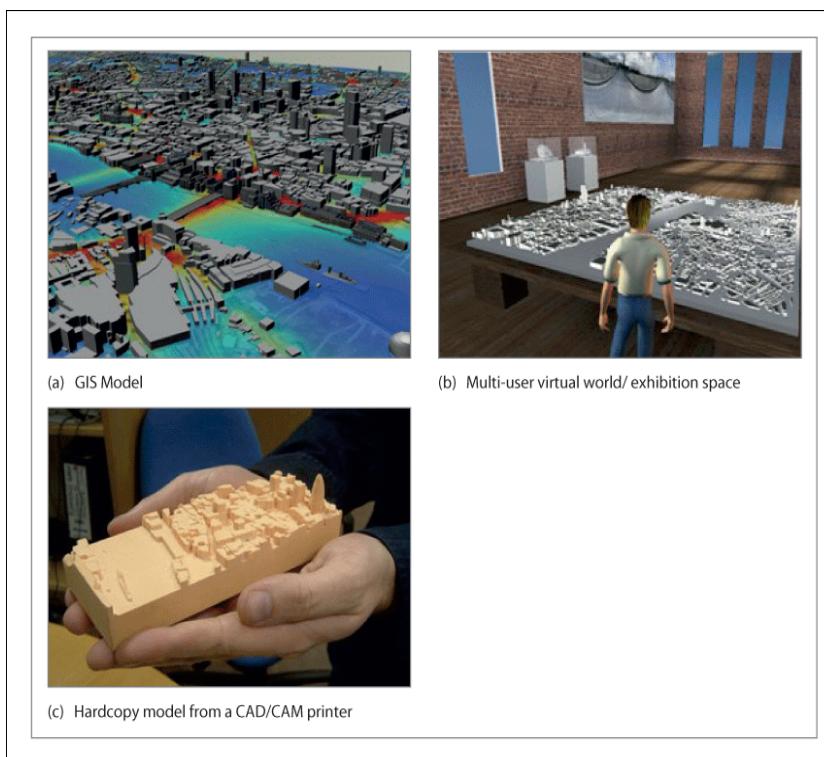
Contoh lain *output delivery* yang berbasis webGIS adalah aplikasi Google maps with street-view dan aplikasi Google Earth terrain view. Aplikasi Street view memungkinkan pengguna secara visual mengetahui dan mengamati kondisi pada suatu jalan di seluruh dunia secara *real time* di mana visualisasinya tidak hanya dalam bentuk peta tapi juga merupakan visualisasi kondisi jalan yang di *capture* melalui kamera secara langsung (Gambar 6.9a). Adapun aplikasi Google Earth terrain view merupakan aplikasi yang memungkinkan pengguna mendapatkan informasi visual mengenai perbedaan kondisi ketinggian permukaan tanah di suatu lokasi tertentu. (Gambar 6.9b).



Gambar 6.10. Aplikasi Google maps with streetview (a) and Google Earth terrain view (b)

Aplikasi virtual reality GIS merupakan contoh *output delivery* GIS lain yang dikembangkan oleh peneliti kesehatan pada

College of London menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* dari ESRI. Pada Gambar 6.11 dapat dilihat aplikasi virtual reality GIS kota London yang direpresentasikan dalam berbagai skala visualisasi. Aplikasi ini ditujukan untuk memvisualisasikan berbagai macam layer data yang digunakan pada model di mana data variasi polusi udara permukaan juga telah ditambahkan dalam model tersebut.



Gambar 6.11. Aplikasi virtual reality GIS kota London

Model yang diimplementasi untuk aplikasi virtual reality kota London menggunakan berbagai data spasial antara lain data DEM, Foto udara, data persil tanah yang berbasis vektor dan data blok yang diekstraksi dari data LIDAR.

## **BAB 7**

# **SIG YANG TERDISTRIBUSI DAN TERBUKA (DISTRIBUTED AND OPEN GIS)**

### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami sistem informasi geografis yang terdistribusi (Distributed GIS) dan terbuka (Open GIS).

### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa dapat membedakan SIG yang berbasis desktop dan SIG yang berbasis web/ internet
- Mahasiswa memahami keunggulan dari SIG yang berbasis web/internet
- Mahasiswa memahami SIG yang terdistribusi serta mengenai berbagai contoh aplikasi
- Mahasiswa memahami pengertian dari SIG yang terbuka serta mengenal OpenGIS Consortium (OGC).

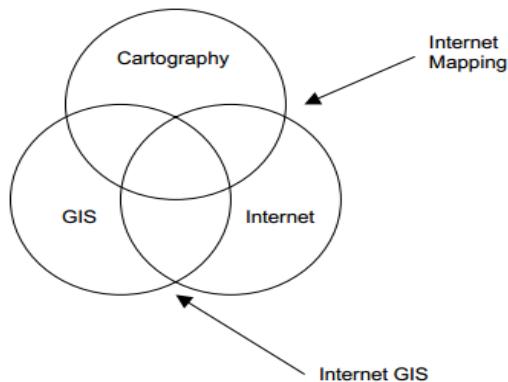
Internet GIS dan *distributed* GIS merupakan solusi utama dari keterbatasan pengguna untuk mendapatkan analisis data spasial yang *live* dan *real-time* yang mampu meningkatkan waktu kerja. Berikut adalah definisi dan keuntungan dari penggunaan internet GIS dan *distributed* GIS beserta contoh aplikasinya.

### **7.1. Definisi**

GIS (*Geographic Information System*) adalah sebuah sistem informasi dari *hardware* yang mendukung untuk menyusun, mengelola, menganalisi, dan menvisualisasikan data geografis.

## 1. Definisi Internet SIG

Internet SIG adalah sistem yang menggunakan internet untuk menyediakan akses ke SIG. Diagram Ilustrasi Internet SIG dapat dilihat pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1. Diagram ilustrasi internet GIS

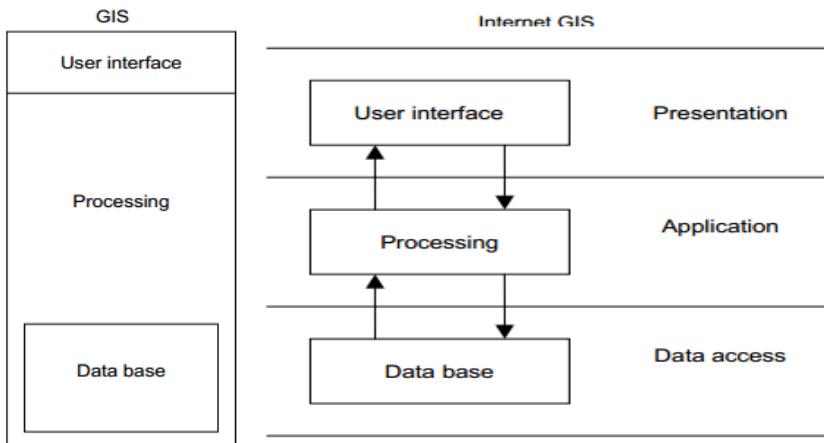
### Perbedaan Desktop GIS dengan Internet GIS

#### a) GIS

Sistem GIS biasanya menggunakan struktur monolith yang terintegrasi dengan fungsi-fungsi. Artinya semua elemen-elemen GIS berada pada satu interface yang sama.

#### b) Internet GIS

Sedangkan internet GIS di mana berbagai elemen dari GIS berada secara terpisah seperti, aplikasi untuk pengolahan dan basis data yang dibagi antara beberapa mesin, yang disebut: struktur *client-server*. Perbedaan struktur pada GIS dan Internet GIS dapat dilihat pada Gambar 7.2.



Gambar 7.2. Perbedaan struktur pada GIS dan internet GIS

## 7.2. Keunggulan Internet GIS

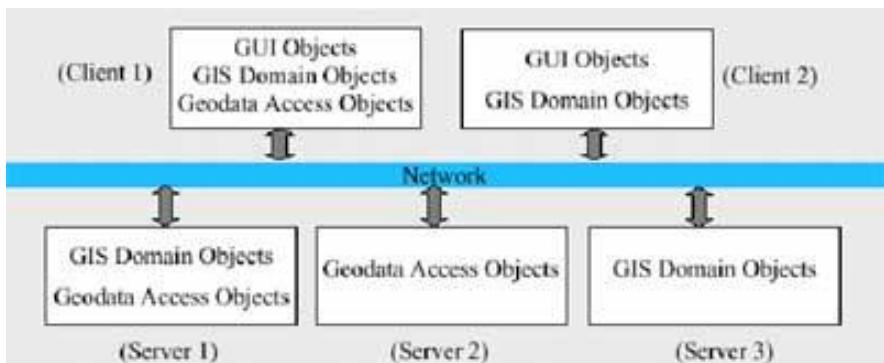
Beberapa keunggulan dari internet GIS yaitu lebih murah dibandingkan dengan sistem tradisional, konfigurasi komputer dapat dilakukan di mana saja, *meminta software* dan *browser* dengan atau tanpa plug-in (*free-of-charge*), didistribusikan (internet atau intranet), tidak perlu pelatihan mahal dan memakan waktu, sederhana untuk penggunaan.

## 7.3. *Distributed GIS*

*Distributed GIS* adalah sistem informasi geografis yang tidak memiliki semua komponen sistem di lokasi fisik yang sama. Komponen pada sistem informasi geografis tersebut dapat berupa komponen *processing*, *database*, *rendering*, atau *user interface*. Contoh dari *distributed GIS* adalah web-basedGIS, MobileGIS, CorporateGIS, dan *GRID computing*. Gambaran distributed GIS dapat dilihat pada Gambar 7.3.

Karakteristik utama dari *distributed GIS* adalah sistem komputer *client-server* yang terintegrasi, sistem berbasis *web* yang

interaktif, *dynamic distributed system*, *cross platform* dan memiliki interoperabilitas yang baik. Contoh dari *distributed GIS* yaitu :



Gambar 7.3. *Distributed GIS*

a) *Web-based GIS*

Sesuai dengan namanya, *web-based GIS* adalah *distributed GIS system* yang berbasiskan web sehingga pengguna dapat menggunakan sistem GIS melalui *web*. Salah satu contoh dari *web-based GIS* adalah Google Map.

b) *Mobile GIS*

*Mobile GIS* adalah perluasan dari Sistem Informasi Geografis *office into field*. *Mobile GIS* bergantung secara penuh pada teknologi nirkabel (*wireless*) untuk mengakses data yang disimpan secara *remote*.

c) *Corporate GIS*

*Corporate GIS* memenuhi kebutuhan informasi spasial dari suatu organisasi secara keseluruhan secara terintegrasi. *Corporate GIS* terdiri dari empat unsur teknologi yaitu data, standarisasi, teknologi informasi dan personil yang memiliki keahlian. *Corporate GIS* adalah sebuah pendekatan yang bergerak menjauh dari GIS desktop yang terfragmentasi. Rancangan *corporate GIS* meliputi pembangunan *corporate database* tersentralisasi

yang dirancang untuk menjadi *principle resource* untuk seluruh organisasi. *Corporate database* secara khusus dirancang untuk secara efisien dan efektif sesuai dengan kebutuhan organisasi.

d) *Grid Computing*

*Grid computing* memungkinkan untuk berbagi kekuatan pemrosesan, memungkinkan pencapaian kinerja tinggi dalam komputasi, manajemen dan jasa. *Grid computing* menggunakan jaringan komputer untuk mengeksekusi program. Masalah yang muncul pada saat menggunakan beberapa komputer terletak pada kesulitan membagi tugas di antara komputer.

e) *Parallel Processing*

*Parallel processing* adalah penggunaan beberapa CPU untuk mengeksekusi bagian yang berbeda dari sebuah program secara simultan. *Parallel processing* adalah salah satu solusi untuk mengatasi kesulitan pada saat *manage, process, dispose data spatial* yang berjumlah sangat banyak yang dihasilkan oleh *remote sensing* dan peralatan survei.

### 7.3.1. Keuntungan *Distributed GIS*

*Distributed GIS* membawa banyak keuntungan seperti jangkauan sistem menjadi semakin jauh, membangun sistem menjadi lebih mudah dan murah karena sistem tidak harus berada di satu lokasi fisik yang sama, dan kemampuan interoperabilitas. Pada *Corporate GIS*, keuntungan yang didapat salah satunya adalah *cost* secara keseluruhan yang dapat dikurangi yang merupakan hasil dari sentralisasi *resource* dan *effort* karena *corporate database* yang dikelola dengan baik akan mengurangi redundansi informasi. Pada *parallel computing*, keuntungan yang dapat diperoleh adalah memungkinkan terjadinya konkurensi

yaitu, kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang lebih besar, dan mengatasi limitasi dari *memory*.

### 7.3.2. Contoh Aplikasi *Distributed GIS*

Beberapa contoh aplikasi yang memanfaatkan *distributed GIS* yaitu:

#### *Web GIS SIMPOTENDA*

Dengan aplikasi ini, keunggulan dan potensi daerah dengan mudah bisa diakses oleh masyarakat umum dan investor.

#### *Web GIS Marketing*

Dapat digunakan untuk analisa statistik, pemasaran produk, perencanaan penjualan dan *bussiness intelligent* yang disajikan dalam bentuk peta secara *online*.

#### *Web GIS News dan Information*

Merupakan aplikasi yang menyajikan informasi peta (geografis) dari berita yang disajikan dalam portal atau situs web secara *online*. Digunakan sebagai pendukung aplikasi (*middleware*) berita atau informasi yang disajikan dalam situs atau portal yang terkait langsung ke pusat data (*mediacenter*) seperti situs berita, *media centre*, *knowledge centre* dan pusat pelayanan informasi. Aplikasi ini bisa dimodifikasi sesuai dengan tema yang diinginkan oleh pengguna. dengan webGIS on google, user lebih dulu mengetahui informasi peta secara detail.

#### *Intelligence Tracking System (i-Ts):*

Aplikasi ini juga bisa dihubungkan dengan PDA yang merupakan sumber informasi lapangan tentang posisi dan data informasi yang akan disampaikan.

### *Customize Application*

Contoh dari *customize application* yaitu :

GIS Perencanaan Wilayah dan Kota

GIS Inventarisasi Data Potensi Daerah

GIS Analisis Kesesuaian Lahan

GIS Studi Lingkungan

## **7.4. OpenGIS**

OpenGIS adalah integrasi penuh data geospasial ke dalam teknologi informasi. Apa artinya ini adalah bahwa pengguna SIG akan dapat bebas bertukar data melalui berbagai sistem perangkat lunak SIG yang berbeda dan jaringan tanpa harus khawatir tentang konversiformat *proprietary* atau tipe data.

Dalam SIG yang terbuka (OpenGIS), lembaga yang beroperasi lebih dari satu sistem pemetaan dapat bertukar data grafis dan atribut dengan sistem SIG yang lain. Tujuannya adalah untuk pindah dari kondisi *status quo* saat ini di mana aplikasi SIG yang spesifik dan kemampuan erat digabungkan dengan model internal mereka baik data dan maupun struktur. Memanfaatkan paket perangkat lunak berbasis ESRI juga memerlukan struktur ESRI proprietary data seperti shape *file* atau ArcInfo Coverages untuk memanfaatkan semua spek analisis perangkat lunak. Saat ini, pengguna yang ingin mendapatkan akses ke geodata dikembangkan oleh lembaga lain umumnya dihadapkan dengan tugas konversi data yang kompleks. Plug-in konversi yang umum ditemukan dengan banyak paket perangkat lunak utama membantu situasi ini, tetapi tidak menyelesaikannya sepenuhnya karena kompleksitas terkait dengan penggabungan sistem SIG jauh berbeda dan format data. Meskipun ArcView dapat membaca dan menampilkan Bentley Microstation (Dgn) *file*, setiap mengedit atau analisis akan membutuhkan konversi format ke data asli ESRI.

Selain itu, OpenGIS berusaha untuk memfasilitasi pertukaran informasi tidak hanya antara sistem SIG individu tetapi juga untuk sistem lain, seperti analisis statistik, pengolahan citra, manajemen dokumen, atau visualisasi. Apalagi dengan perkembangan geo-berbasis website, komponen jaringan sistem SIG dengan proses data lain menjadi lebih penting. Persyaratan mendasar dari sebuah OpenGIS :

- *Interoperable application environment* - lingkungan pengguna yang dikonfigurasi untuk memanfaatkan alat khusus dan data yang diperlukan untuk memecahkan masalah terlepas dari asal struktur data atau perangkat lunak.
- *Shared data space*- model data generik mendukung berbagai aplikasi analitis dan kartografi.
- *Heterogeneous resource browser* - sebuah metode untuk menjelajahi dan mengakses informasi dan sumber daya analitis yang tersedia di jaringan - ini menjadi tujuan sangat penting dengan munculnya geo-situs berbasis internet.

Ada tiga fokus utama yang dibutuhkan untuk mendatangkan sistem OpenGIS. Tujuan pertama adalah penciptaan suatu kelompok kepentingan untuk mengkonsolidasikan kegiatan industri sistem informasi geografis dan membangun saluran untuk berkomunikasi masalah interoperabilitas dalam Konsorsium OpenGIS. Fokus kedua adalah identifikasi dan resolusi masalah interoperabilitas dan diperkenalkan ke dalam proses spesifikasi SIG yang global dan terbuka. Fokus ketiga adalah peran informatif suatu dari konsorsium OpenGIS yang akan tampil untuk menginformasikan pada industri tentang proses SIG yang terbuka. Pertemuan rutin (forum SIG yang terbuka) akan menyoroti informasi yang berkaitan dengan gerakan SIG yang terbuka.

Brifing teknis juga diperlukan untuk memberikan informasi rinci mengenai hasil dari pertemuan Komite Teknis OGC.

## 7.5. OpenGIS Consortium (OGC)

OGC adalah asosiasi berbasis konsensus dari organisasi sektor publik dan swasta untuk memenuhi tiga tujuan. Tujuannya adalah untuk menciptakan dan mengelola arsitektur industri-lebar untuk *geoprocessing interoperable*. OGC didirikan pada tahun 1994 sebagai sebuah organisasi keanggotaan yang tidak mencari keuntungan untuk tujuan mengatasi kurangnya interoperabilitas antara sistem GIS dan antara sistem dan sistem komputasi utama ([www.opengeospatial.org](http://www.opengeospatial.org)). Pada Gambar 7.4. dapat dilihat tampilan halaman depan dari website Opengeospatial Consortium (OGC).



Gambar 7.4. Website Open Geospatial Consortium (OGC)

Dengan melibatkan pemain utama di Industri GIS seperti perusahaan perangkat lunak, lembaga pemerintah, perusahaan

swasta dan akademisi, OGC adalah membawa standarisasi data geografis seperti yang sudah ditemukan dalam sistem informasi lainnya. Tujuan akhirnya adalah untuk mengadopsi standar teknologi luas dan proses bisnis dalam upaya untuk mendukung data georeferensi seluruh komunitas global.

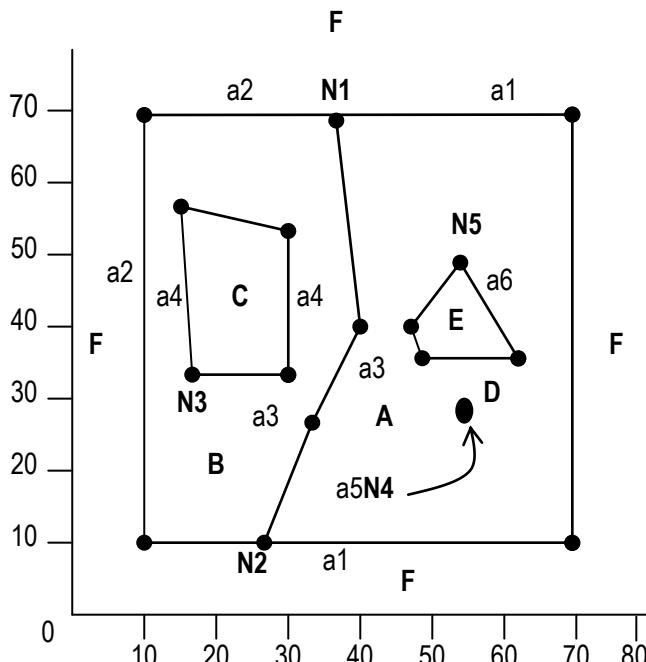
Kelompok-kelompok lain telah bergabung upaya untuk sistem Open GIS. GIPSIE merupakan salah satu upaya tersebut. Singkatan dari *GIS Interoperability Project Stimulating the Industry in Europe*, tujuan proyek ini adalah untuk merangsang keterlibatan komunitas GI Eropa dalam proses spesifikasi GIS di seluruh dunia dan dengan demikian meningkatkan daya saing industri GIS Eropa.



## Soal Latihan Bab 1 - Bab 7

- 1) Jelaskan (menurut bahasa anda) apa yang dimaksud dengan sistem informasi geografis (SIG).
- 2) Sebutkan jenis data apa saja yang dapat menjadi data input pada suatu SIG.
- 3) Sebutkan lima metode input data untuk SIG
- 4) Sebutkan tipe data untuk peta tematik berikut ini:
  - (a) Peta Jaringan Pipa Air Minum, (b) Peta Tataguna Lahan,
  - (c) Peta Jaringan Jalan, (d) Peta Sebaran Menara BTS, (e) Peta Kontur Topografi, (f) Peta Batas Administrasi, (g) Peta Persil Tanah, (h) Peta Sebaran Lampu Lalu Lintas.
- 5) Sebutkan dan beri contoh obyek geografis untuk masing-masing tipe entitas baik entitas dasar maupun entitas tambahan (*additional entity*).
- 6) Jelaskan perbedaan antara atribut dan data spasial, berikan contohnya.
- 7) GIS merepresentasikan *real world phenomena* di sistem komputer dalam 2 bentuk yaitu raster dan vektor. Jelaskan perbedaan data raster dan data vektor serta berikan contoh untuk masing-masing data tersebut.
- 8) Sebutkan macam-macam *error* yang mungkin terjadi pada proses pengembangan SIG.
- 9) Apa yang dimaksud resolusi spasial pada data citra satelit? Berikan contoh data citra resolusi tinggi (*high resolution*) dan data resolusi rendah (*low resolution*).
- 10) Jelaskan pengaruh perbedaan resolusi spasial citra satelit yang digunakan sebagai data dasar dengan peningkatan kualitas data spasial yang dihasilkan.
- 11) Jelaskan pengertian dan berikan contoh beberapa fungsi analisa SIG berupa: (a) *Classification*, (b) *Buffering* dan (c) *Overlay*.

- 12) Apa yang dimaksud dengan WebGIS dan Distributed GIS serta jelaskan perbedaan keduanya.
- 13) Model topologi adalah suatu metoda yang digunakan untuk peng-kodean hubungan spasial pada SIG. Topologi dapat diartikan sebagai hubungan antara *feature* (titik, garis, poligon) dengan *feature* (titik, garis, poligon) yang berdampingan. Gambar di bawah ini adalah model data topologi yang dikenal dengan model data “Arc-Node”. Tugas yang harus anda selesaikan adalah membuat “spasial data encoding” dari gambar tersebut (*polygon* Topologi (Topologi Area), *Node* Topologi (Topologi Titik), dan *Arc* Topologi (Topologi Garis)).



Polygon Topology		Node Topology		Arc Topology				
Polygon	Arcs	Node	Arcs	Arc	Start Node	End Node	Left Poly	Right Poly



## BAB 8

# PENGEMBANGAN METODE KOMPUTER UNTUK MENANGANI DATA SPASIAL

### Tujuan Instruksional Umum

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami berbagai metode komputer untuk menangani data spasial.

### Tujuan Instruksional Khusus:

- Mahasiswa memahami penanganan data spasial yang dilakukan secara manual
- Mahasiswa memahami metode komputer untuk menangani data spasial beserta contoh aplikasinya
- Mahasiswa memahami perkembangan sistem informasi geografis.

### 8.1. Penanganan Data Spasial Secara Manual

Sebelum memasuki bagaimana metode komputer menangani data spasial, perlu diketahui terlebih dahulu mengenai kartografi. Kartografi (atau pembuatan peta) adalah studi dan praktik membuat peta/ globe. Sejak zaman dahulu kala pemetaan sudah dilakukan untuk memudahkan segala aktivitas pembuat peta (manusia) selain itu untuk menyampaikan informasi secara spesial dari pembuat peta kepada pembaca peta. Peta secara tradisional sudah dibuat menggunakan pena dan kertas diperoleh langsung dengan melakukan survey ke lapangan. Akan tetapi dewasa ini, setelah ditemukannya komputer, pembuatan peta tidak dilakukan secara konvensional lagi, Komputer telah merebah teknik-teknik

kartografi. Banyak peta komersial yang bermutu sekarang dibuat dengan perangkat lunak pembuatan peta yang merupakan salah satu di antara tiga macam utama; CAD (*Computer Aided Design*), GIS (Sistem Informasi Geografis), dan perangkat lunak pembuatan peta lainnya. Sejalan dengan berkembangnya kartografi, pemetaan dibedakan menjadi dua yaitu:

Pemetaan yang menghasilkan data/ peta yang digunakan untuk membuat peta-peta lain yang disebut peta dasar, dan

Pemetaan dengan tema-tema khusus (peta tematik) yang menggunakan peta dasar sebagai acuannya.

Kartografi adalah suatu teknik yang secara mendasar dihubungkan dengan kegiatan memperkecil keruangan suatu daerah yang luas sebagian atau seluruh permukaan bumi, atau benda-benda angkasa dan menyajikan dalam suatu bentuk yang dapat mudah diobservasi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan komunikasi. Menurut *International Cartography Association* (ICA), kartografi adalah seni, ilmu pengetahuan dan teknologi tentang pembuatan peta-peta, sekaligus mencakup studinya sebagai dokumen-dokumen ilmiah dan hasil karya seni. Dalam konteks ini peta dianggap termasuk semua tipe peta, plan (peta skala besar), *charts*, bentuk tiga dimensional dan globe yang menyajikan model bumi atau sebuah benda angkasa pada skala tertentu. Menurut ICA (1973) peta adalah suatu gambaran unsur-unsur atau kenampakan-kenampakan abstrak, atau yang ada kaitannya dengan permukaan bumi atau benda-benda angkasa, dan umumnya digambarkan pada suatu bidang datar dan diperkecil/diskalakan.

ICA menetapkan bahwa tahapan kartografi operasinya dimulai dari pengumpulan data, klasifikasi, dan analisa data sampai kepada reproduksi, evaluasi, dan penafsiran dari peta. Oleh karena variasinya sangat kompleks untuk tamasyajikan aspek keruangan,

tidak mudah mendefinisikan peta, sehingga dapat mencakup semua pengertian secara jelas untuk semua konteks.

Dari definisi di atas dapat dimengerti bahwa tugas seorang kartografer (pembuatan peta) adalah membuat peta, dengan mengumpulkan data, memproses data, dan kemudian merancang peta tersebut (*map design*) yang meliputi desain simbol (*symbol design*), tata letak peta (*map lay-out*), isi peta (*map content*), dan generalisasi (*generalization*).

Burrough, 1986 menyebutkan bahwa penanganan peta sebagai data spasial pada masa lalu dilakukan secara manual meliputi tahapan:

- 1) Meletakkan layer peta analog di atas meja yang diberi lampu penerang dan menandai area interest tertentu.
- 2) Untuk menghasilkan layer baru, peta saling di tumpang susunkan untuk mendapatkan daerah yang saling *overlap*.
- 3) Daerah yang penting pada masing masing peta diberi tanda/warna yang berbeda untuk menandakan nilai penting yang dihasilkan.

Penanganan data secara manual seperti di atas memiliki banyak kelemahan antara lain:

- 1) Hasil tidak akurat
- 2) Hanya mencakup daerah yang relatif berukuran luas.
- 3) Terbatas jumlah layer yang dapat di tumpangsusunkan
- 4) Membutuhkan media cahaya yang baik
- 5) Penggunaan warna yang terbatas.

## **8.2. Metode Komputer untuk Menangani Data Spasial**

Peta menjadi semakin akurat dan faktual selama abad ke-17, 18 dan 19 dengan penerapan metode ilmiah. Banyak Negara melakukan program pemetaan nasional. Meskipun demikian, sebagian besar dunia ini kurang diketahui sampai meluasnya penggunaan foto udara berikut perang Dunia I. Kartografi Modern

didasarkan pada kombinasi pengamatan tanah dan penginderaan jauh.

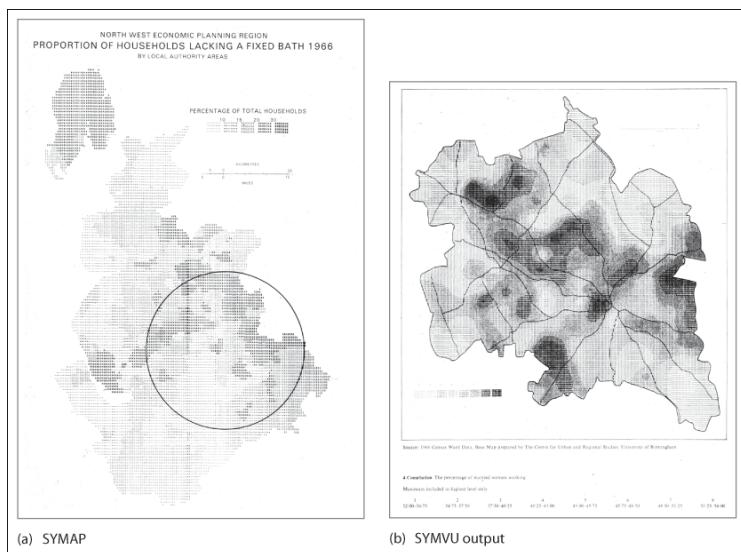
Pengembangan metode komputer untuk menangani data spasial tidak dapat dipisahkan dari perkembangan pembuatan peta menggunakan komputer atau yang dikenal dengan komputer kartografi. Komputer kartografi sendiri merupakan aktivitas penyimpanan dan pengeditan peta menggunakan komputer. Heywood dkk, 2006 mendeskripsikan dua contoh dalam pengembangan komputer kartografi yaitu pembuatan The Atlas of Britain dan pengembangan SYMAP.

Atlas of Britain merupakan contoh yang menjadi katalis dalam pengembangan metode komputer untuk penanganan data spasial khususnya di United Kingdom. Problem yang dihadapi selama proses penyusunan atlas antara lain adalah penggunaan komputer untuk melakukan proses pengecekan data, editing, klasifikasi data dan eksperimen pada tampilan grafis yang dihasilkan. Kegiatan ini juga menghasilkan pengembangan metode yang pertama dalam hal digitizer dengan cursor dan program untuk mengukur garis.



Gambar 8.1. Atlas of Britain yang di buat dengan menerapkan komputer kartografi

SYMAP merupakan perangkat lunak komputer kartografi yang pertama dipasarkan di Amerika pada tahun 1965. Menggunakan perangkat lunak SYMAP produksi peta dapat dilakukan dengan cepat walaupun secara kualitas *output* yang dihasilkan tidak begitu baik. SYMAP selanjutnya dikembangkan untuk kepentingan pemetaan tiga dimensi (3D) dan diberi nama SYMVU. Baik SYMAP maupun SYMVU digunakan secara luas pada sekitar tahun 1980an. Pada Gambar 8.2 dapat dilihat contoh keluaran dari dua perangkat lunak tersebut.



Gambar 8.2 Contoh keluaran perangkat lunak SYMAP (a) dan SYMVU (b)

### 8.3. Perkembangan SIG

Sejarah modern GIS berawal dari tahun 1980-an, ketika harga komputer jatuh drastis di bawah garis kritis. Pengembangan metode komputer untuk penanganan data spasial pada awalnya menciptakan tembok pemisah yang sangat besar antara *computer cartography* dan *spatial statistic*. Kartografi komputer adalah generasi, penyimpanan dan editing peta menggunakan komputer

sedangkan spasial statistik lebih ke arah berbagai bidang seperti ukuran distribusi spasial, analisis tiga-dimensi, analisis jaringan dan teknik pemodelan. Saat ini teknologi komputer telah mampu membantu proses pemetaan melalui pengembangan dari *automated cartography* (pembuatan peta) dan *Computer Aided Design* (CAD). *Computer Aided Design* (CAD) dan *automated mapping/ facility management* (AM/ FM) telah menjadi panduan dalam GIS *hybrid system*.

Kita tahu bahwa GIS adalah sebuah aplikasi dinamis, dan akan terus berkembang. Peta yang dibuat pada aplikasi ini tidak hanya akan berhenti dan terbatas untuk keperluan saat dibuatnya saja. *Geographic Information System* merupakan aplikasi yang memiliki banyak kegunaan. Di bawah ini adalah tabel perbandingan SIG Modern dan SIG Konvensional.

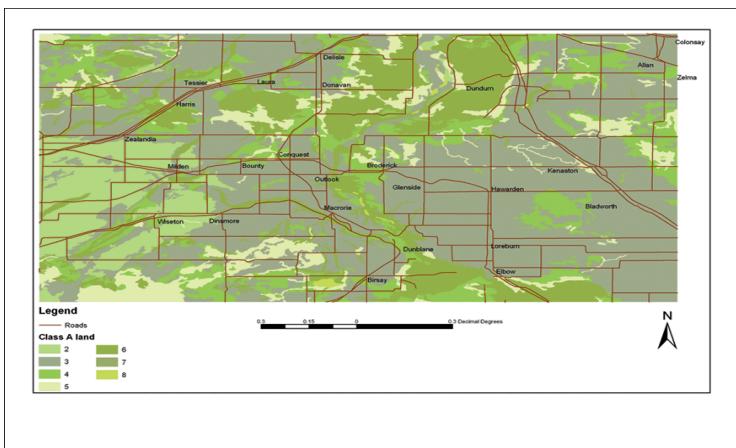
	SIG Modern	SIG Konvensional
Penyimpanan	<i>Database</i> digital baku dan terpadu	Skala dan standar berbeda
Pemanggilan data	Pencarian dengan komputer	Cek manual
Pemutakhiran	Sistematis	Mahal dan memakan waktu
Analisis overlay	Sangat cepat	Memakan waktu dan tenaga
Analisis spasial	Mudah	Rumit
Penayangan	Murah dan cepat	Mahal

Berikut adalah peristiwa yang paling signifikan yang terjadi dari tahun 1950 sampai sekarang yang menentukan perkembangan mantap GIS:

Tahun 1950: William Garrison seorang ahli geografi terkenal dan analis dari masalah transportasi, bekerja di University of Washington, datang dengan ide cemerlang untuk memanfaatkan

statistik dan komputer untuk belajar dan lebih memahami masalah spasial. Ide ini meluncurkan apa yang disebut sebagai “revolusi kuantitatif” di bidang geografi. Waldo Tobler, seorang mahasiswa dari William Garrison dan peserta dalam revolusi kuantitatif, merancang sebuah model yang disebut Peta In – Peta Out (MIMO) tahun 1959 yang akan menerapkan komputer untuk kartografi. Model ini adalah dasar untuk GIS dan berisi semua fitur utama dari *software* GIS yang tersedia dan digunakan saat ini.

Tahun 1970: awal tahun 70-an ditandai oleh empat peristiwa penting yang membentuk sejarah GIS: (1) The Roger Tomlinson memimpin memimpin Canadian geographical information system (CGIS) untuk melaksanakan proyek inventory lahan di kanada, (2) EL Amidon pegawai Departemen Pertanian Amerika mengembangkan jaringan Informasi Peta dan sistem display (MIADS/ 2) yang mampu melakukan tabulasi data untuk peta tunggal serta overlay, (3) Arie Shachar yang bekerja di Universitas Ibrani di Yerusalem dihasilkan “ The Atlas Perkotaan Yersalaem” yang memiliki kemampuan menerapkan sistem manipulasi *grid* untuk persediaan blok dan bank dan (4) Dieter Steiner Swiss yang menciptakan program pemetaan geografis (GEOMAP) yang mirip dengan SYMAP Howard Fisher dan bisa menghasilkan peta berbayang.



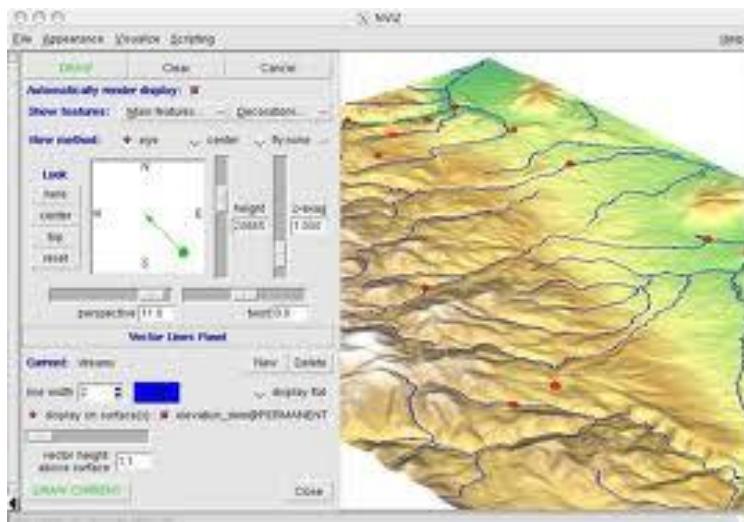
Gambar 8. 3. Peta penggunaan lahan dan kemampuan lahan yang dihasilkan oleh CGIS

Pada tahun 1971, Roger Tweedie memanfaatkan *database* yang berisi informasi seperti atribut fisik jalan, volume lalu lintas, catatan jembatan, jalan dan persediaan untuk mengembangkan sistem informasi inventarisasi jalan raya di negara bagian New York. Tahun berikutnya menandai peluncuran satelit Landsat pertama yang menyediakan banyak informasi tentang geografi planet kita. IBM mulai mengembangkan Sistem Informasi Geografis GFIS tahun yang sama, sementara di Inggris, Departemen Lingkungan menciptakan GISP untuk membantu perencanaan. Pada tahun 1973, Maryland menjadi Negara bagian pertama untuk memulai seluruh negara bagian proyek di bawah MAGI (*Maryland Automated Informasi Geografis*). USGS (*United States Geological Survey*) mulai membuat *database* besar sumberdaya tanah dan juga mulai berkembang GIRAS (Geografis Information Retrieval dan Analisis Sistem) untuk menganalisis dan efektif mengelola sumberdaya geografis mereka.

Tahun 1980: tepat pada awal tahun 80-an, Dana Tomlin menciptakan MAP (Peta Paket Analisis) sebagai bagian dari tesis Doktor. Program ini menandai penciptaan grafis *raster*. Tahun berikutnya ESRI meluncurkan revolusioner mereka ARC/ INFO

program yang dapat digunakan pada mesin dengan baik Unix dan Windows. Itu dianggap sebagai GIS modern pertama. Pada tahun yang sama. GPS juga menjadi operasional. Pada tahun 1982 perusahaan yang pertama didirikan – SPOT Gambar Perusahaan – yang ditangani dalam distribusi di seluruh dunia informasi geografis diperoleh melalui Satelit Earth Observation, tahun 1983 melihat pembentukan perusahaan pemetaan digital pertama yang disebut ETAK. Internasional Pertama Data Spasial Simposium Penanganan diadakan tahun depan. Sebuah buku berjudul Bacaan Dasar dalam Sistem Informasi Geografis oleh Marmer, Calkins & Peuquet juga diterbitkan tahun itu.

Pada tahun 1985, angkatan darat Amerika mulai mengembangkan perangkat lunak geographic resources analysis support system (GRASS) di laboratorium penelitian teknik konstruksi (Gambar 8.4). Beberapa bulan kemudian, Universitas Edinburgh mulai menawarkan Sc M. di GIS. MapInfo, sebuah perusahaan yang bergerak dalam pembuatan perangkat lunak GIS didirikan di New York pada tahun 1986.



Gambar 8.4. Tampilan perangkat lunak GRASS

Empat peristiwa penting terjadi pada tahun 1987: laporan Chorley membahas “Penanganan Informasi Geografis” memainkan peran utama dalam pengembangan bidang baru ini di Inggris, International Journal of Sistem Informasi Geografis diterbitkan untuk pertama kalinya; Ron Eastman memulai proyek Idrisi di Clark University yang akan fokus pada pengembangan teknologi geospasial untuk pengelolaan yang lebih baik dari lingkungan, dan Tydac Perusahaan Kanada merilis perangkat lunak berbasis *raster* – bentang (Sistem Analisis Spasial).

Tahun 1990: Peluncuran beberapa satelit ke ruang angkasa yang memberi informasi lebih lanjut tentang geografi planet kita. The GISRUK konferensi pertama di Inggris untuk akademisi dari semua bidang terkait GIS, pengembangan PARC Xerox pertama Peta Viewer oleh Steve Putz, pembentukan Infrastruktur Data Spasial Nasional (IDSN), Konferensi Internasional pertama pada Infrastruktur Data Spasial global di Jerman, peluncuran beberapa proyek penelitian bergengsi, dan peluncuran satelit menandai 1990-an.

Teknologi GIS hanya akan mendapatkan lebih *user-friendly* seiring dengan waktu, baik dari segi penggunaan dan biaya yang terlibat. Perkembangan terus menerus terjadi di bidang ini, diperkirakan akan mengakibatkan peningkatan penggunaan teknologi ini di bidang-bidang seperti ilmu pengetahuan, perencanaan, pemerintahan, industri, kesehatan masyarakat, arkeologi, perkotaan dan pedesaan, logistik, transportasi, kelestarian lingkungan, pertahanan, dan bidang-bidang lain.

## **BAB 9**

### **BERBAGAI ISU DI BIDANG SIG : KUALITAS DATA**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami berbagai isu di bidang SIG khususnya mengenai kualitas data.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami berbagai komponen dalam kualitas data SIG
- Mahasiswa memahami berbagai sumber sumber kesalahan dalam pengembangan SIG
- Mahasiswa memahami berbagai model kesalahan pada SIG
- Mahasiswa memahami cara cara pengelolaan kesalahan pada SIG.

#### **9.1. Kualitas Data**

Kualitas data digunakan untuk memberikan indikasi bagaimana data yang baik. Itu menggambarkan keseluruhan komponen atau kesesuaian data untuk tujuan tertentu atau digunakan untuk menunjukkan data yang bebas dari kesalahan. Terdapat beberapa komponen dalam kualitas data SIG di antaranya:

a. *Error* (Kesalahan)

Perbedaan fisik antara dunia nyata dan data GIS, ada dua kesalahan yaitu kesalahan sumber dan operasional. Sumber yaitu kesalahan karena dari sumber dokumen dan data. Operasional yaitu jumlah kesalahan yang dihasilkan malalui data *capture* dan manipulasi fungsi dari GIS.

Kemungkinan kesalahan operasional:

- Mis label pada peta tematik;
- *Misplacement* dari horizontal (positional) batas;
- *Human error* dalam digitasi
- Kesalahan klasifikasi
- Ketidakakuratan algoritma GIS, dan
- Human bias

b. *Accuracy* (Keakuratan)

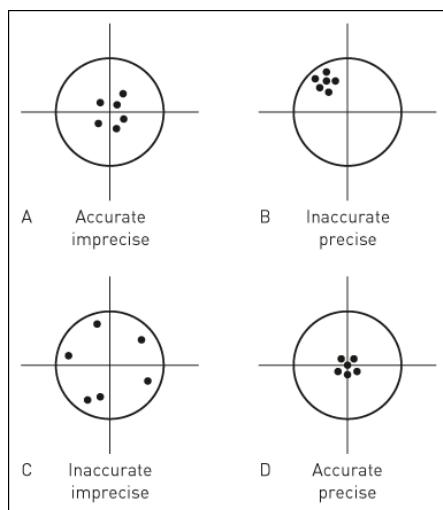
Perkiraan data nilai mendekati nilai sebenarnya. Keakuratan adalah kedekatan dari hasil pengamatan terhadap nilai-nilai benar atau nilai-nilai yang diterima sebagai benar. Pada dasarnya ada dua jenis akurasi, yaitu akurasi posisi dan atribut.

c. *Precision*

Tingkat kedetailan dari data yang direkam

d. Bias

Variasi sistematis data dari realitas



Gambar 9.1. Perbedaan akurat dan presisi

## 9.2. Sumber-sumber Kesalahan dalam SIG

Kesalahan dalam GIS di antaranya :

- Kesalahan yang timbul dari pemahaman kita & pemodelan realitas
- Kesalahan dalam data sumber untuk GIS
- Kesalahan dalam pengkodean data
- Kesalahan dalam mengedit data & konversi
- Kesalahan dalam pengolahan data & analisis
- Kesalahan dalam *output* data

A. Kesalahan yang timbul dari pemahaman kita & pemodelan realitas

Data model terrain dari gunung Mount Everest yang diambil melalui survey photogrammetric 3D. Di sini terlihat perbedaan antara gambar hasil photo secara langsung dengan data buatan yang dibuat secara 3D menyerupai aslinya.



Gambar 9.2. Perbedaan hasil survey fotogrametri dan foto asli

Sedangkan gambar di sebelah kanan, merupakan gambar hasil *photo* secara langsung, terlihat perbedaan yang mencolok baik dari segi kejernihan gambar, tingkat resolusi, maupun pencahayaan. Di tahap inilah timbul kesalahan dalam persepsi akan data yang diperoleh, apakah data tersebut *real* diperoleh dari lapangan atau hanya hasil 3D yang mempresentasikan keadaan aslinya.

## B. Kesalahan dalam data sumber untuk GIS

Sumber data pada SIG di antaranya adalah:

- Peta Analog (antara lain peta topografi, peta tanah dsb)

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 SIG sebagai keperluan sumber data, peta analog dikonversi menjadi peta digital dengan cara format *raster* diubah menjadi format vektor melalui proses digitasi sehingga dapat menunjukkan koordinat sebenarnya di permukaan bumi.

- Data Penginderaan Jauh (antara lain citra satelit, foto-udara dsb)

Merupakan sumber data yang terpenting bagi 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 dipresentasikan dalam format *raster*.

- Data Hasil Pengukuran Lapangan

Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri, pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut, contohnya: batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak pengusahaan hutan dan lain-lain.

- Data GPS (*Global Positioning System*)

Teknologi GPS memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG. Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor. Pembahasan mengenai GPS akan diterangkan selanjutnya.

Kesalahan dari sumber data kartografi:

- Continuous Data
- Fuzzy Batas
- Skala Peta

Skala peta merupakan ukuran perbandingan obyek yang ada di peta dengan obyek sebenarnya di lapangan secara horizontal. Skala ini merupakan ukuran ketelitian data pada pemetaan sistem konvensional. Kebanyakan data tanah yang disajikan dalam bentuk peta akan berkaitan dengan skala. Skala besar tidak hanya menunjukkan detil topologi tetapi juga biasanya mempunyai informasi seri-seri tanah, sedangkan skala peta tanah 1:25.000 akan menyajikan asosiasi beberapa seri atau famili tanah.

Penting dipahami bahwa kebutuhan skala dari sumber peta harus disesuaikan dengan sasaran studi, misalnya untuk studi perencanaan wilayah lebih dikehendaki memakai data pada skala kecil dan bahkan sering lebih menyulitkan bila skala sangat besar. Walaupun dengan demikian tidak berarti bahwa penyajiannya sedemikian rupa sehingga terjadi generalisasi yang berlebihan. Mengikuti kaidah kartografi, peta skala lebih kecil seharusnya merupakan generalisasi dari peta skala lebih besar. Masih banyak praktek bahwa pemetaan pada skala kecil dibuat tersendiri, dengan pengambilan data lokasi sampel yang tidak diselaraskan dengan variabilitas area. Peta skala kecil seperti itu kekurangan detil variabilitas, atau generalisasinya melebihi dari seharusnya.

Organisasi penyediaan data terdiri dari berbagai lembaga penelitian. Misalnya peta tanah dihasilkan oleh pusat penelitian oleh pusat penelitian tanah; peta geologi oleh pusat penelitian geologi, dll. Umumnya peta-peta tersebut dihasilkan pada berbagai skala, sehingga pemakaian harus melakukan pemilihan sendiri sesuai dengan tingkat ketelitian detil yang diinginkan. Skala peta ini dalam SIG ada kalanya tidak dicantumkan. Penampilan data skala dasar digambarkan pada berbagai ukuran; untuk standar GIS-

*raster* dapat dibuat dengan ukuran yang kecil ataupun besar. Jika ingin diketahui skala biasanya akan dibuat. Dalam penyusunan bank data, hendaknya informasi awal skala direkam, sehingga pada waktu data dipakai untuk analisis maka diketahui kemungkinan penyimpangan hasil ataupun dapat dilakukan perbaikan sebelum dipakai.

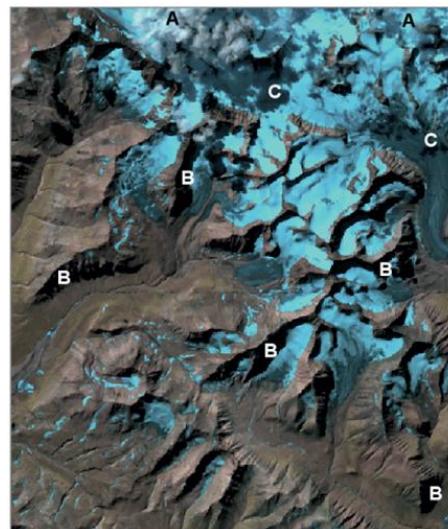
### Pengukuran Peta

Pengukuran peta yang diperkecil tidak sesuai dengan pengukuran peta dengan penampakan sebenarnya, sehingga membuat perbedaan. Biarpun perbedaannya kecil namun akan berdampak pada penampakan aslinya yang kurang sesuai nantinya.

Masalah dengan citra penginderaan jauh dari satelit antara lain: pengambilan gambar citra satelit yang tertutup dengan awan (A), bayangan dari topografi (B), dan bayangan dari awan (C) dan bayangan daerah perkotaan yang menunjukkan sebuah bangunan bersandar jauh dari kamera

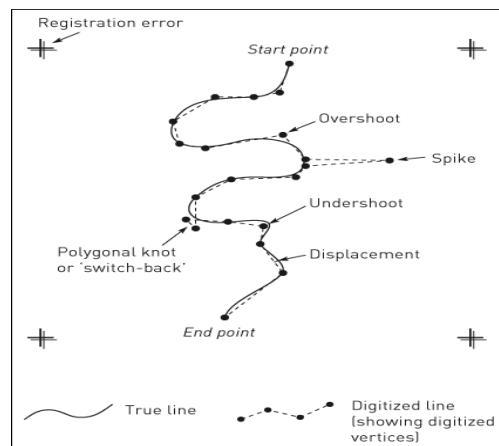
### C. Kesalahan dalam pengkodean data

Data encoding adalah proses di mana data yang ditransfer dari beberapa non-GIS sumber seperti peta kertas, citra satelit atau survey ke dalam format GIS. Digitalisasi baik manual dan otomatis merupakan metode penting dari entri data. Bagian ini akan fokus ada kesalahan yang bisa timbul.



Gambar 9.3. Citra satelit yang tertutup dengan awan (A), bayangan dari topografi (B), dan bayangan dari awan (C)

Operasional *error*: psikologis, kesalahan, fisiologis garis ketebalan dan metode digitalisasi

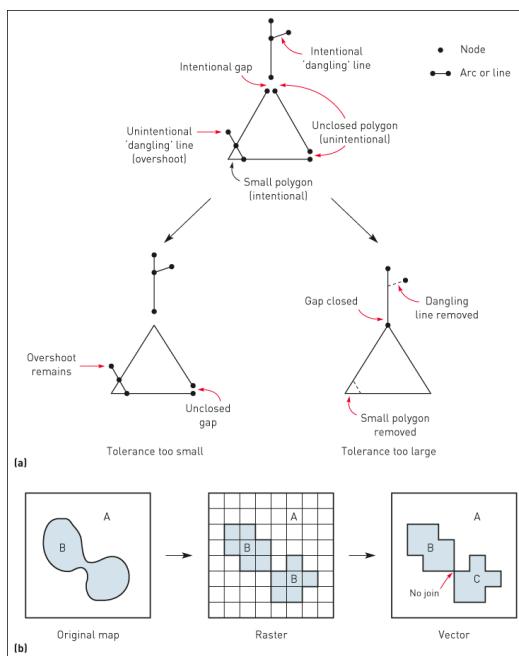


Gambar 9.4. Operasional *error* pada digitasi

#### D. Kesalahan dalam mengedit data & konversi

Setelah encoding data selesai, pembersihan dan mengedit hampir selalu diperlukan untuk mendapatkan hasil data yang terbaik. Penutupan poligon “terbuka” dan penghapusan baris menggantung (*overshoot*) dikendalikan oleh hasil toleransi yang ditetapkan oleh pengguna.

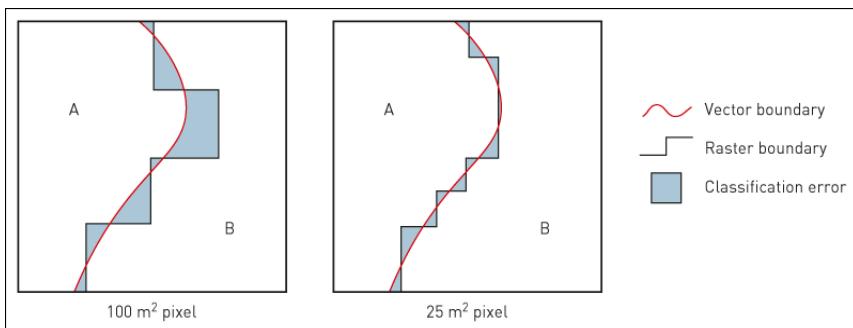
Topologi kesalahan dalam GIS vektor: (a) efek toleransi pada pembersihan topologi dan (b) ambiguitas topologi di *raster* ke vektor konversi



Gambar 9.5. Topological *error* pada proses editing dan konversi

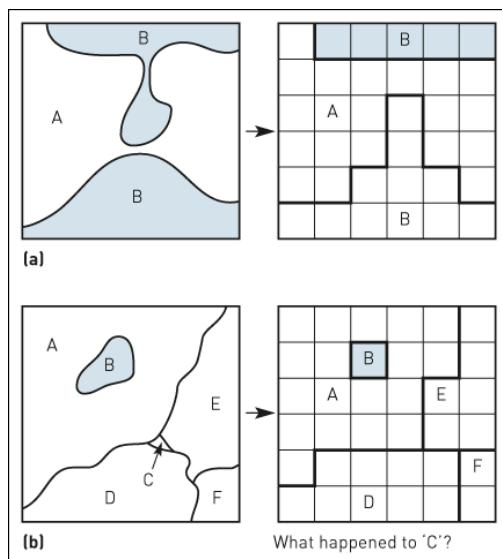
Masalah yang berbeda terjadi ketika teknik otomatis yang digunakan untuk membersihkan data *raster*. Perhatian masalah utama yang dibutuhkan adalah “noise” mis-klasifikasi sel. Setelah

pembersihan dan mengedit, data mungkin perlu untuk mengkonversi dari vektor ke *raster* atau sebaliknya.



Gambar 9.6. Kesalahan pada konversi *raster* to vektor

Kesalahan topologi dalam GIS vektor: (a) kehilangan konektivitas dan penciptaan konektivitas palsu dan (b) hilangnya informasi

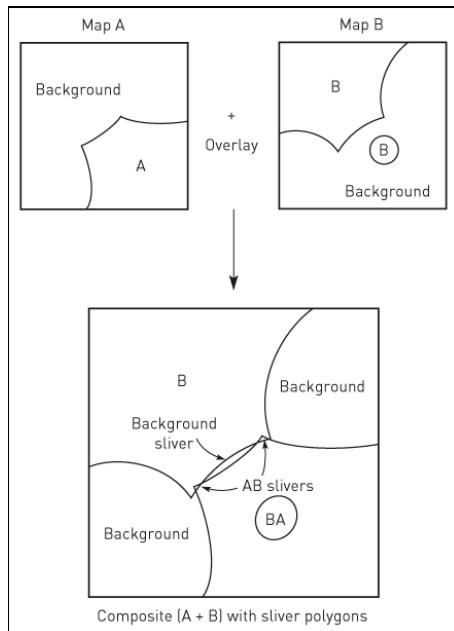


Gambar 9.7 *Error* pada konversi vektor to *raster*

## E. Kesalahan dalam pengolahan data & analisis

GIS operasi yang dapat memperkenalkan kesalahan dalam pengolahan data dan analisis meliputi:

1. Klasifikasi data
2. Agregasi atau disagregasi data daerah, dan
3. Integrasi data menggunakan teknik *overlay*



Gambar 9.8 Generalisasi sliver poligon

### 9.3. Model Kesalahan pada SIG

Mengecek kesalahan

1. Visual inspeksi
2. Dua kali lipat digitalisasi
3. Metode statistik

Kesalahan pemodelan:

1. Epsilon Model: informasi yang diberikan pada distribusi dari kesalahan pada lapisan pemasukan datanya.

2. Simulasi Monte Carlo: digunakan untuk memodelkan efek dari kesalahan dalam lapisan GIS.

#### **9.4. Pengelolaan Kesalahan pada SIG**

Data kualitas informasi sering digunakan untuk membantu membangun turunan data. Silsilah data adalah catatan sejarah data yang informasi penting hadir tentang perkembangan data dari sumber mereka ke format yang sekarang.

Dasar silsilah data membutuhkan:

1. Deskripsi data sumber
2. Transformasi dokumentasi
3. *Input/ output* spesifikasi
4. Aplikasi dependent informasi

Manfaat dari keturunan:

1. Kesalahan deteksi
2. Manajemen akuntabilitas
3. Eksternal akuntabilitas
4. Kualitas pelaporan

## **BAB 10**

### **BERBAGAI ISU DI BIDANG SIG : ISU MANUSIA DAN ORGANISASI**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami berbagai isu di bidang SIG khususnya sumberdaya manusia dan organisasi pada pengembangan SIG.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami berbagai tingkat penerapan SIG
- Mahasiswa memahami berbagai kategori aplikasi SIG dalam bidang bisnis
- Mahasiswa memahami berbagai penggunaan SIG
- Mahasiswa memahami berbagai pertimbangan dalam penggunaan SIG
- Mahasiswa memahami peran SIG pada berbagai tingkatan dalam Organisasi.

#### **10.1. Tingkat Penerapan SIG**

Hernandez, 1999 membagi aplikasi GIS pada 3 tingkatan (level) yaitu: Corporate GIS, Multi Department GIS dan Independent GIS

- 1) Corporate SIG adalah di mana jika SIG dikembangkan oleh seluruh organisasi. SIG biasanya diimplementasikan menggunakan pendekatan *top down* untuk mempromosikan berbagai data, mengurangi duplikasi data dan membuat lebih banyak informasi pengambilan keputusan lingkungan. Corporate SIG umumnya dikembangkan pada perusahaan

perusahaan utilitas seperti Perusahaan listrik, Perusahaan air minum dll.

- 2) *Multi-department GIS* merupakan penerapan SIG di mana kolaborasi yang terlibat antara bagian yang berbeda dari sebuah organisasi atau perusahaan dengan tujuan berbagi data dan informasi dan selain faktor keamanan. Aplikasi ini umumnya dibangun pada perusahaan perusahaan retail seperti Pizza Hut dan Bogasari.
- 3) *Independent SIG* jika penerapan SIG hanya berada di departemen tunggal dan SIG hanya akan melayani kebutuhan host dalam departemen tersebut. Sistem dapat mengadopsi cepat dan menangani pekerjaan spesifik dan diasanya dibangun pada perusahaan telekomunikasi untuk kontrol jaringan

## 10.2. Aplikasi SIG dalam Bidang Bisnis

Aplikasi SIG dalam bidang bisnis dapat dikategorikan dalam beberapa jenis antara lain:

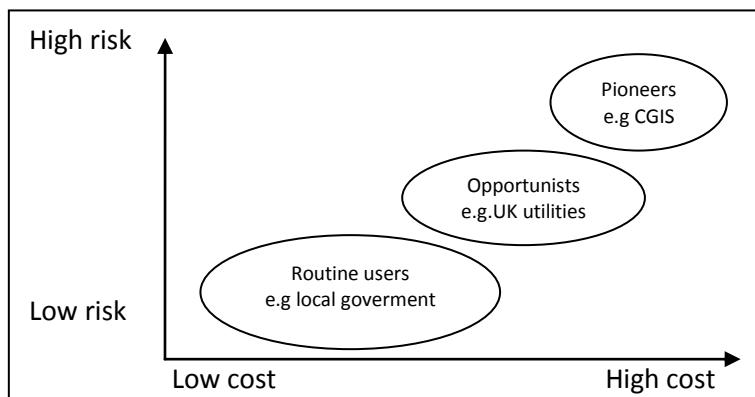
- 1) *Operational SIG Application* adalah jenis aplikasi bisnis yang dikhkususkan untuk menunjang kegiatan pengelolaan dan asset menggunakan SIG.
- 2) *Management/Tactical GIS Application* adalah jenis aplikasi bisnis yang dikhkususkan untuk mendistribusikan sumberdaya guna memperoleh keuntungan bisnis yang kompetitif.
- 3) *Strategic GIS Application* adalah jenis aplikasi bisnis yang dikhkususkan untuk penciptaan dan pelaksanaan rencana bisnis strategis suatu organisasi.

Grimshaw, 1994 menyebutkan beberapa pilihan yang tersedia bagi suatu organisasi mempertimbangkan penggunaan SIG dalam bentuk:

- 1) Mengembangkan perangkat lunak sendiri di rumah
- 2) Membeli paket perangkat lunak standar
- 3) Membeli sebuah sistem perangkat lunak siap dikembangkan dari pengguna pihak ketiga
- 4) Mempekerjakan konsultan untuk menciptakan perangkat lunak baru.

Berdasarkan penggunaannya, aplikasi SIG di dunia saat ini sangat umum digunakan oleh instansi pemerintah yang mencapai angka 20% yang diikuti oleh institusi pendidikan yang meliputi 15% dari total pengguna. 65% pengguna SIG berasal dari berbagai bidang lainnya termasuk bisnis.

Berdasarkan faktor tingkat resiko dan pembiayaan dalam pengembangan, aplikasi SIG dapat dikategorikan dalam tiga jenis yaitu (1) aplikasi pioneering, (2) aplikasi opportunistic dan (3) aplikasi routine.



Gambar 10.1 Kategori aplikasi SIG berdasarkan tingkat resiko dan biaya pengembangan aplikasi

Aplikasi pioner dijumpai pada organisasi besar yang memiliki cukup dana untuk mengeksplorasi penemuan baru dan menggunakan metode yang belum terbukti dalam pengembangan aplikasi. Aplikasi *opportunist* dijumpai di organisasi yang cepat

mengadopsi teknologi yang bisa memberi keuntungan. Adapun Routine aplikasi dijumpai di organisasi yang menggunakan teknologi yang berbiaya murah dan rendah resiko. Pada Gambar 10.1 dapat dilihat tiga kategori SIG berdasarkan tingkat resiko dan biaya pengembangan.

### 10.3. Pengguna GIS

Pengguna (*user*) yang berbeda memiliki perbedaan tingkatan (*level*) kemampuan dan kepedulian mengenai pemanfaatan GIS. Eason (1988) dan Grimshaw (1994) mengklasifikasikan pengguna GIS yaitu manajer SIG, analis SIG, kartografer, teknisi komputer dan pelanggan.

#### 1) Analis SIG

Analis SIG adalah seseorang yang bertanggungjawab atas penelitian, perencanaan, pengkoordinasian, dan merekomendasikan pemilihan perangkat lunak dan sistem yang paling sesuai dengan kebutuhan organisasi bisnis atau perusahaan. Analis sistem memegang peranan yang sangat penting dalam proses pengembangan sistem. Seorang analis sistem harus memiliki setidaknya empat keahlian: analisis, teknis, manajerial, dan interpersonal (berkomunikasi dengan orang lain). Kemampuan analisis memungkinkan seorang analis sistem untuk memahami perilaku organisasi beserta fungsi-fungsinya, pemahaman tersebut akan membantu dalam mengidentifikasi kemungkinan terbaik serta menganalisis penyelesaian permasalahan. Keahlian teknis akan membantu seorang analis sistem untuk memahami potensi dan keterbatasan dari teknologi informasi. Seorang analis sistem harus mampu untuk bekerja dengan berbagai jenis bahasa pemrograman, sistem operasi, serta perangkat keras yang digunakan. Keahlian manajerial akan membantu seorang analis sistem mengelola proyek, sumberdaya, resiko, dan perubahan. Keahlian interpersonal akan membantu analis sistem dalam berinteraksi dengan pengguna

akhir sebagaimana halnya dengan analis, programer, dan profesi sistem lainnya.

Analis sistem bisa pula menjadi perantara atau penghubung antara perusahaan penjual perangkat lunak dengan organisasi tempat ia bekerja, dan bertanggungjawab atas analisis biaya pengembangan, usulan desain dan pengembangan, serta menentukan rentang waktu yang diperlukan. Analis sistem bertanggungjawab pula atas studi kelayakan atas sistem komputer sebelum membuat satu usulan kepada pihak manajemen perusahaan.

### 2) Manajer SIG

Manajer SIG memiliki dua fungsi sekaligus yaitu fungsi eksekutif and fungsi administratif. Fungsi administratif berkaitan dengan sistem manajemen, sementara fungsi eksekutif berurusan dengan jalannya sistem tersebut dalam suatu organisasi, divisi, bagian atau departemen.

### 3) Kartografer

Kartografer adalah orang yang mendalami ilmu kartografi (pembuatan peta). Ilmu kartografi sendiri adalah studi dan teknik membuat peta atau globe. Peta secara tradisional sudah dibuat menggunakan pena dan kertas, tetapi munculnya dan penyebaran komputer telah merevolusionerkan kartografi. Banyak peta komersial yang bermutu sekarang dibuat dengan perangkat lunak pembuatan peta yang merupakan salah satu di antara tiga macam utama; CAD (desain bebasan komputer), GIS (Sistem Informasi Geografis), dan perangkat lunak ilustrasi peta khusus.

#### **10.3.1. Pengguna Aplikasi Sederhana dan GIS Kompleks**

##### a. Teknisi Komputer:

Tugas teknisi komputer perbaikan memeriksa komputer, laptop, monitor, dan printer untuk menentukan apa masalahnya. Mereka mencari bagian yang rusak, komponen terbakar atau hal

lain. Begitu mereka yang telah mendiagnosis masalah, mereka dapat memperbaiki unit atau mengganti bagian yang rusak dengan yang baru.

Tugas teknisi komputer jaringan telah memperoleh pelatihan dalam jaringan, konfigurasi sistem instalasi dan pemecahan masalah. Mereka biasanya menyelesaikan sebuah komunitas atau program karir perguruan tinggi di jaringan *computer*. Seorang teknisi komputer jaringan bertanggungjawab atas set awal dan pemeliharaan jaringan komputer. Ini mencakup baik perangkat keras dan komponen perangkat lunak. Selama sehari, mereka memantau aktivitas jaringan, menginstal *patch* perangkat lunak, mengalokasikan sumberdaya untuk memenuhi kebutuhan yang berbeda dan mengelola server printer. Tugas teknisi komputer infrastruktur difokuskan pada desain dan implementasi jaringan komputer besar. Mereka memiliki gelar universitas di ilmu komputer atau jaringan komputer. Bagian dari tanggungjawab mereka adalah untuk menentukan lokasi yang benar untuk peralatan komputer. Lokasi ini harus memberikan kemampuan untuk mengelola isu-isu dan daya yang terkait dengan jaringan komputer.

Tugas teknisi komputer *server* khusus dalam instalasi, scoping dan manajemen besar *server farms*. Lokasi ini memiliki sejumlah besar server berjalan secara bersamaan untuk memenuhi kebutuhan klien. Seorang teknisi *server* yang biasanya memiliki gelar universitas dan disertifikasi dalam teknologi *server*. Mereka bertanggungjawab untuk memutuskan apa jenis peralatan yang dibutuhkan, instalasi, konfigurasi, dan mengimplementasikan layanan tersebut.

b. *Database Administrator:*

- Instalasi, konfigurasi, serta upgrade *software database* serta produk-produk yang terkait dengannya

- Melakukan evaluasi terhadap *features* dan produk yang terkait dengan *database* yang digunakan
- Melakukan *Backup* dan *Recovery*, *maintain policy* dan prosedur terhadap strategi *backup* dan *recovery*
- Memberi perhatian penuh terhadap desain dan implementasi *database*
- Implementasi dan memberikan *maintenance* terhadap keamanan (*security*) terhadap *database*. Tugas ini termasuk di antaranya membuat dan *maintain user, role, and privileges*
- Melakukan tuning dan *performance monitoring* terhadap *database*
- Melakukan tuning dan *performance monitoring* terhadap aplikasi
- Set-up dan *maintain* dokumentasi serta standar/ protokol yang digunakan
- Merencanakan pertumbuhan *storage* (*capacity planning*)
- Bekerja sebagai bagian dari sebuah tim yang menyediakan support 24x7, ketika dibutuhkan
- Memberikan saran *trouble shooting* dan memberikan konsultasi kepada tim *development (programmer)* dalam hal permasalahan *database* secara umum.

c. Programmer:

- Membuat *Database* Sistem. *Database* dalam sistem ini merupakan kumpulan dari data-data pasien yang menginap di rumah sakit tersebut. *Database* merupakan inti utama dari program sistem informasi rawat inap. Dengan pembuatan *database* secara lengkap maka kita dapat menilai kelayakan suatu program informasi. Selain itu *database* juga dapat dijadikan sebagai basis pengetahuan.
- Implementasi Sistem. Seorang programer wajib dan harus mampu mengelola script program agar dapat

diimplementasikan sesuai dengan analisis yang telah dibuat. Dengan kata lain, tugas seorang programer adalah membuat coding yang sesuai dengan analisis.

- Membuat User Interface. Programer juga mempunyai suatu kewajiban membuat user interface yang userfriendly. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan sistem informasi tersebut. Semakin mudah digunakan suatu program, maka nilai program itu akan semakin tinggi. Walaupun user interface merupakan rancangan seorang desainer, namun programer wajib memberikan masukan agar user interface tersebut dapat diimplementasikan secara sempurna.

d. Digitalizing Spesialis:

Alih media dari bentuk tercetak, audio, maupun video menjadi bentuk digital. Digitalisasi dilakukan untuk membuat arsip dokumen bentuk digital, untuk fungsi fotokopi, dan untuk membuat koleksi perpustakaan digital. Digitalisasi memerlukan peralatan seperti *computer*, *scanner*, operator media sumber dan *software* pendukung. Dokumen tercetak dapat dialihkan ke dalam bentuk digital dengan bantuan program pendukung *scanning* dokumen seperti Adobe Acrobat dan Omnipage. Dokumen audio dapat dialihkan ke dalam bentuk digital dengan bantuan program pengolah audio seperti CoolEdit dan JetAudio.

Tujuan digitalisasi, tidak lain adalah untuk mendapatkan efisiensi dan optimalisasi dalam banyak hal antara lain efisiensi dan optimalisasi tempat penyimpanan, keamanan dari berbagai bentuk bencana, untuk meningkatkan resolusi, gambar dan suara lebih stabil.

Saat ini ada beberapa bidang kehidupan sedang mengalami proses migrasi ke teknologi digital, dengan tujuan untuk mendapatkan efisiensi dan optimalisasi. Antara lain digitalisasi bidang telekomunikasi, bidang penyiaran, data-data pemerintah.

### 10.3.2. Pengguna Aplikasi Sederhana dan GIS Sederhana

Publik: semua *user* yang menggunakan GIS sebagai sarana informasi saja.



Gambar 10.2. Kategori pengguna aplikasi SIG

### 10.4. Pertimbangan menggunakan GIS

Keuntungan dan kerugian memperkenalkan sistem GIS membutuhkan evaluasi dan uji coba.

Pertanyaan yang perlu dianalisis :

1. Apa kelebihan atau keuntungan menggunakan GIS dibanding tidak menggunakan GIS
2. Bagaimana biaya penggunaannya, apakah susuai dengan kemampuan perusahaan atau tidak
3. Bagaimana efektivitas GIS dalam membantu efektivitas kerta perusahaan
4. Apakah keuntungan yang diperoleh sebanding dengan pengeluaran biaya yang digunakan.

### 10.5. Peran SIG dalam Suatu Organisasi

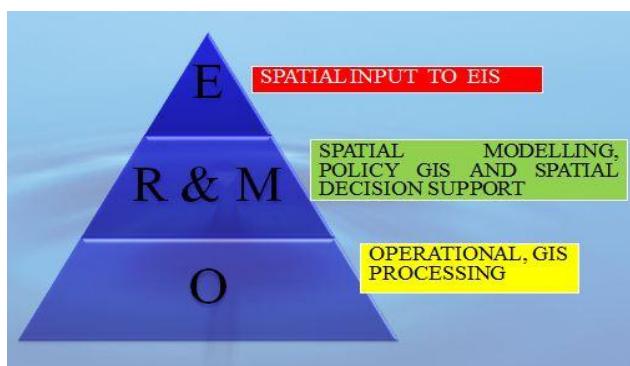
Peran suatu aplikasi SIG dalam suatu organisasi tidak dapat dilepaskan dari tingkatan yang ada dalam organisasi yaitu tingkatan operasional, *research and management* dan tingkat eksekutif

karena pada masing masing tingkatan memiliki karakteristik kebutuhan informasi yang berbeda-beda.

Pada tingkat operasional karakteristik kebutuhan informasi biasanya tidak banyak jenisnya akan tetapi dalam jumlah yang relatif besar oleh karena itu jenis sistem informasi geografis yang dibutuhkan adalah seperti SIG operational atau processing SIG.

Tingkatan menengah di bidang *research* dan *management*, karakteristik kebutuhan informasi biasanya lebih bervariasi dalam jumlah yang lebih besar dan sifatnya ephemeral sehingga masih dapat digunakan untuk kebutuhan analisa lanjut. Karakteristik tersebut informasi seperti di atas dapat. Pada tingkat ini sistem informasi yang dibutuhkan dapat berupa *Management Information System* (MIS) atau berupa *Geographic Decision Support System* (GDSS).

Informasi pada tingkat eksekutif biasanya tidak bersifat detail mangandung arti yang strategis, lebih kompleks, tidak bersifat rutin. Dengan karakteristik tersebut informasi yang dibutuhkan pada tingkatan ini dapat berupa berupa *Executive Geographic Information System* (EGIS). Pada Gambar 10.3 dapat dilihat kebutuhan informasi geografis pada tiap-tiap tingkatan dalam suatu organisasi.



Gambar 10.3 Kebutuhan Informasi Geografis di Tiap tingkatan dalam suatu organisasi.

## **BAB 11**

### **MANAJEMEN BASISDATA SIG**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami berbagai komponen, definisi dan cara pengembangan dan pengelolaan basisdata SIG.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami manfaat, komponen dan keuntungan dari sistem manajemen basisdata
- Mahasiswa memahami sistem pengelolaan basisdata SIG
- Mahasiswa mengetahui berbagai kesalahan yang umum terjadi dalam pembuatan data spasial
- Mahasiswa memahami berbagai model basisdata SIG
- Mahasiswa memahami tahapan dalam pengembangan basisdata SIG.

#### **11.1. Sistem Manajemen Basis Data (DBMS)**

*Database Management System* (DBMS) adalah sistem yang secara khusus dibuat untuk memudahkan pemakai dalam mengelola basis data/*database*. Merupakan kumpulan dari data yang saling berelasi dengan sekumpulan program dalam mengakses data.

Manfaat penggunaan DBMS:

- 1) Mengorganisasi dan mengelola data dalam jumlah besar
- 2) Membantu dalam melindungi data dari kerusakan yang disebabkan pengaksesan yang tidak sah
- 3) Memudahkan dalam pengambilan data
- 4) Memudahkan dalam pengaksesan data secara bersamaan dalam suatu jaringan

## Komponen DBMS:

- 1) Data: yang disimpan dalam basis data
- 2) Operasi standar untuk memanipulasi data
- 3) *Data Definition Language* (DDL): untuk mendeskripsikan “nama” atribut, tipe data atau struktur basis data
- 4) *Data Manipulation Language* (DML): bahasa query
- 5) Bahasa pemrograman dan
- 6) Struktur *files*: untuk mengorganisasikan data

Dalam DBMS terdapat beberapa model basisdata yang digunakan yang menyatakan hubungan antara “*record*” yang ada dalam basisdatanya:

- 1) *Flat file* (Tabular): data terletak didalam tabel tunggal
- 2) *Hierarchical*: menggunakan pola parent-child
- 3) *Network*: atau disebut DBTG (*database task group*) or CODASYL (*convergence on data system language*)
- 4) *Relational*: terdiri dari tabel-tabel termonalisasi dengan atribut kunci sebagai penghubung antar tabel relasional.

## Keuntungan DBMS:

- 1) Independensi data: menyediakan pendekatan yang membuat perubahan dalam data tidak membuat program harus diubah
- 2) Pengaksesan yang efisien terhadap data: menyediakan berbagai teknik yang canggih sehingga penyimpanan dan pengambilan data dilakukan secara efisien
- 3) Keamanan dan integritas data: melakukan kendala integritas terhadap data, sehingga membantu melindungi data dari kerusakan yang disebabkan pengaksesan yang tidak sah
- 4) Administrasi data: pemusatkan administrasi, mengorganisasi dan mengelola data
- 5) Akses bersamaan dan pemulihan terhadap kegagalan: untuk memudahkan dalam pengaksesan data secara bersamaan dalam suatu jaringan & melindungi pemakai dari efek

- kegagalan sistem dapat mengembalikan data sebagaimana kondisi saat sebelum terjadi kegagalan
- 6) Waktu pengembangan aplikasi menjadi cepat: adanya fasilitas yang memudahkan dalam menyusun aplikasi sehingga waktu pengembangan aplikasi dapat diperpendek.

## 11.2. Pengelolaan basisdata SIG

Pengelolaan basisdata SIG meliputi fungsi untuk menyimpan (*store*) serta fungsi untuk mendapatkan (*retrieve*) data dari basisdata. Metoda yang digunakan akan mempengaruhi efisiensi operasi data di dalam sistem.

Perangkat lunak basisdata SIG harus memberikan:

- 1) Fungsi penelusuran/query data atribut untuk memperoleh dan mengetahui posisi spasial,
- 2) Serta penyelusuran posisi spasial untuk memperoleh/ mengetahui data atribut.

Basisdata SIG adalah suatu kumpulan susunan informasi unsur-unsur geografi serta hubungannya (relasinya) dan dapat berupa: Basisdata Grafis dan Basisdata Atributik.

Struktur basisdata grafis dapat terdiri dari: vektor data encoding dan *raster* data encoding. Basisdata atributik terdiri dari: Kumpulan Tabel Tabel yang berelasi dengan Basisdata Grafis.

SIG membutuhkan masukan data yang bersifat spasial maupun deskriptif. Beberapa sumber data tersebut antara lain adalah Peta analog (antara lain peta topografi, peta tanah, dsb.). Peta analog adalah peta dalam bentuk cetakan. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, sehingga sudah mempunyai referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya.

Peta analog dikonversi menjadi peta digital dengan berbagai cara yang akan dibahas selanjutnya. Referensi spasial dari peta

analog memberikan koordinat sebenarnya di permukaan bumi pada peta digital yang dihasilkan. Biasanya peta analog direpresentasikan dalam format vektor.

SIG yang baik tentunya memerlukan data yang baik dan benar, dalam SIG ada istilah *data input* dan *data editing*, berikut penjelasannya.

a. *Data Input*

Ada beberapa metode dalam memasukkan (*input*) data, antara lain :

1) *Keyboard entry*

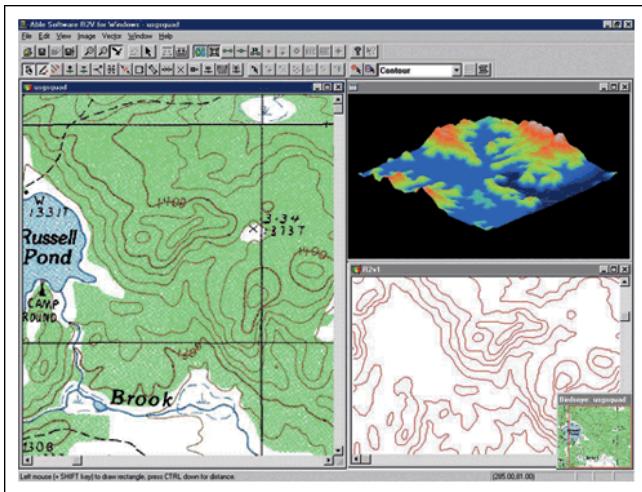
*Keyboard entry* melibatkan proses manual dalam memasukkan data, cara ini cukup memakan waktu, biasanya digunakan saat data yang akan dimasukkan hanya bisa dalam kertas.

2) *Digitizing (manual and automatic)*

*Digitizing* ada dua proses yaitu *manual* dan *automatic*. *Manual digitizing* digunakan untuk melakukan *encoding* pada fitur spasial dari map kertas. *Automatic digitizing* melibatkan proses *scanning* data spasial dari map dan data paper lainnya.

Digitasi (*digitizing*) memiliki banyak keuntungan, antara lain:

- a) Biaya modal rendah, misalnya meja digitalisasi yang murah;
- b) Biaya rendah tenaga kerja;
- c) Fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi untuk berbagai jenis data dan sumber;
- d) Mudah diajarkan dalam waktu singkat;
- e) Secara umum kualitas data yang tinggi;
- f) Memiliki tingkat ketepatan/ akurasi yang tinggi;
- g) Kemudahan dalam meregister dan mengupdate/ memperbarui data yang ada.



Gambar 11.1 Contoh perangkat lunak digitasi



Gambar 11.2 Digitasi menggunakan meja digitasi

### 3) Scanning

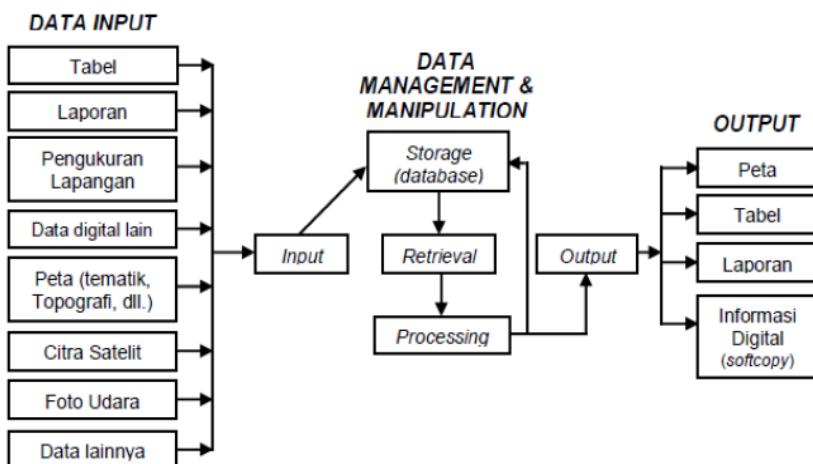
Proses ini merupakan proses konversi *paper maps* menjadi format digital yang dapat digunakan oleh komputer.

### 4) Electronic data transfer

*Electronic data transfer* digunakan saat data yang dipakai sudah dalam format digital. Data di-*download* dan dimasukkan ke dalam sistem yang bersangkutan.



Gambar 11.3 Peralatan untuk *scanning* peta



Gambar 11.4. Proses pengembangan dan pengelolaan basidata SIG

b. Data Editing

Beberapa metode *data editing* antara lain :

1. *Detection and correction of error*

Proses ini mendeteksi kesalahan-kesalahan dari data yang dikumpulkan untuk sistem yang dibangun, data kemudian dibenahi kesalahannya agar dapat diproses.

## 2. *Re-projection*

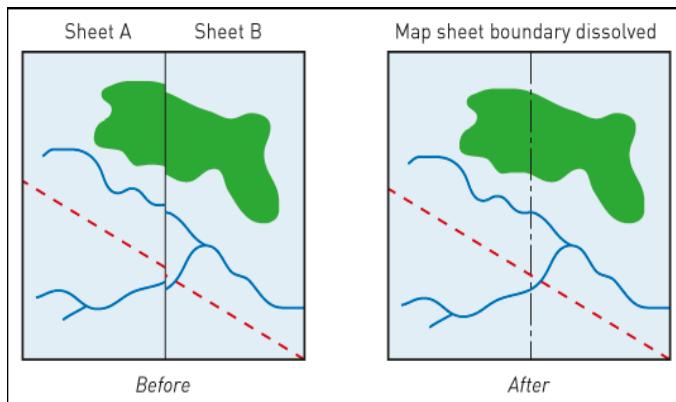
*Projection* adalah proses menempelkan informasi yang dibutuhkan agar data yang ditampilkan sesuai. *Re-projection* adalah *Projection* yang diulang.

## 3. *Transformation and generalization*

Proses ini mengkonversi koordinat dari map atau gambar dari sistem menjadi yang lainnya, bisa dengan cara *scaling*, *skewing*, *rotating*, atau lainnya.

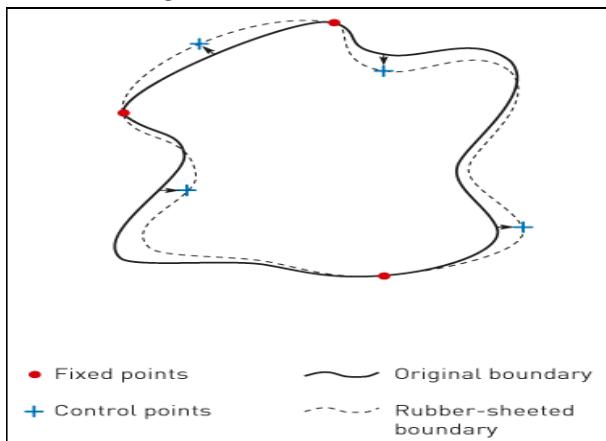
## 4. *Edge-matching*

Merupakan prosedur *editing* yang memastikan bahwa semua *features* yang bersinggungan dalam map memiliki ujung yang sama.



Gambar 11.5. Proses Edge-matching Peta

##### 5. Rubber sheeting



Gambar 11.6. Proses *rubber sheeting*

Prosedur ini membenahi *error* dengan cara meregangkan suatu map untuk menyesuaikan *control point* yang ditentukan.

##### 6. Spatial database

Kumpulan data spasial yang terstruktur dan saling berelasi. Data-data itu juga terorganisir untuk memungkinkan adanya *efficient storage and retrieval*.

#### 11.3. Kesalahan Umum dalam Pembuatan Data Spasial

Berikut ini adalah kesalahan-kesalahan yang mungkin ada dalam data spasial:

##### 1. Missing entities

Entitas dalam map ada yang tidak tertampilkan

##### 2. Duplicate entities

Adanya entitas-entitas yang redundan (tertampilkan lebih dari sekali untuk entitas yang sama)

##### 3. Mis-located entities

Entitas tidak pada tempat yang seharusnya.

4. *Missing label*

Label untuk mendeskripsikan *features* dalam map tidak pada lokasi yang sesuai.

5. *Duplicate label*

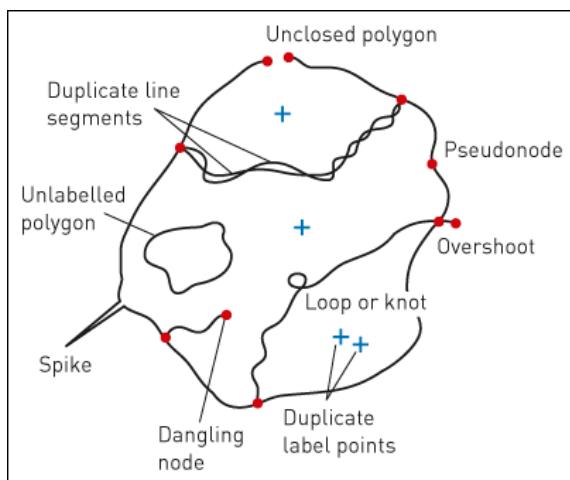
Label yang sama ditampilkan lebih dari sekali.

6. *Artefacts of digitizing*

#### 11.4. Model Basisdata

Penyimpanan dari data merupakan hal yang fundamental dalam SIG. Pada awalnya data disimpan pada *file systems* pada aplikasi yang berhubungan. Sekarang data yang berhubungan dengan SIG biasanya disimpan dalam *database* yang diorganisir dalam DBMS (*Database Management System*).

Ada beberapa *database data model* berbeda yang dapat digunakan dalam SIG yaitu: (1) *Hierarchical Model*, (2) *Network Model*, (3) *Relational Model*, (4) *Object-relational Model* dan (5) *Object-oriented Model*.



Gambar 11.7. Kesalahan kesalahan umum dalam pembuatan data spasial

#### **11.4.1. Hierarchical Model**

Model *hierarchical* merupakan data model tipe yang tertua. Model ini memerlukan struktur hirarki seperti pohon, sama seperti struktur *file* komputer umumnya. Antara dua tipe data, hanya struktur 1:n yang diperbolehkan, maka di dalam beberapa kasus model ini kurang efisien.

#### **11.4.2. Network Model**

*Network Model* terdiri dari dua konsep fundamental yaitu *records* dan *sets*. *Records* mengandung data yang disimpan, *sets* menggambarkan relasi antara *records*. Sebuah *records* dapat menjadi *owner* atau *member*: satu *owner* dapat memiliki beragam *member* dan satu *member* dapat memiliki beragam *owner* dan sebuah *member*. Keuntungan dari model ini adalah performa yang baik.

#### **11.4.3 Relational Model**

Pada *Relational Model*, data disimpan dalam beberapa *tables*. Model ini tidak berfungsi dengan *explicit relationship* tetapi dengan mengidentifikasi suatu *key*. Setiap *entry* memiliki *key* yang diidentifikasi secara unik. Dengan demikian beragam tabel dapat digabungkan atau dikombinasikan.

Table 1: Hotel

Hotel ID	Name	Other attributes...
001	Mountain View	.....
002	Palace Deluxe	.....
003	Ski Lodge	.....
.....	.....	.....

Table 2: Travel company

Travel co. ID	Travel Co. Name	Other attributes...
T01	Ski Tours	.....
T02	Snow Breaks	.....
.....	.....	.....

Table 3: Visitors

Visitor ID	Visitor Name	Hotel ID	Travel Co. ID	Ski School ID	Other attributes...
V001	Smith J	002	T01	S02	.....
V002	Schmidt S	001	T02	S02	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

Table 4: Ski schools

Ski School ID	Ski School Name	Other attributes...
S01	Snow Fun	.....
S02	Bert's Ski School	.....
S03	Ski School Professional	.....
.....	.....	.....

Table 5: Link table

Travel Co. ID	Ski School ID
T01	S01
T01	S02
T02	S02
.....	.....

Gambar 11.8. Tabel basisdata relational happy valley

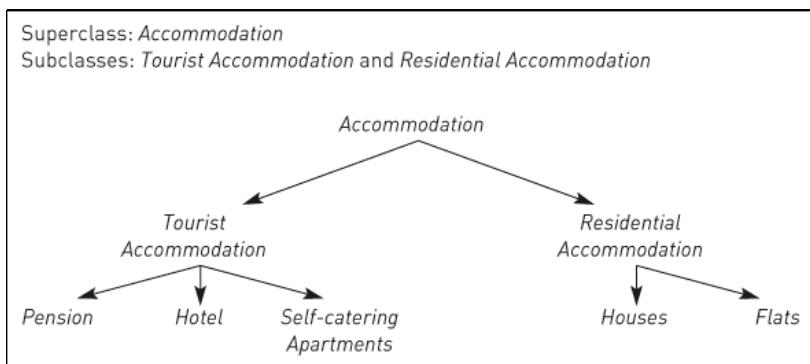
#### 11.4.4 Object-relational Model

*Object-relational Model* merupakan *relational database* dengan kemampuan mengintegrasikan tipe data *custom* dan *methods*. Model ini bertumbuh pada era 90-an dengan memperluas konsep *relational database* dengan konsep *object-oriented*.

#### 11.1.5. Object-oriented Model

*Object-oriented Model* memperbaiki kelemahan dari model *relational* antara lain *scattered data*, maka dari itu, *slow-processes* – and menggabungkan semua informasi berhubungan dengan *feature* tertentu pada satu *object*. Jadi, pergantian pada *dataset*

lebih mudah untuk proses karena data yang disimpan ada dalam tempat yang sama. Lebih jauh lagi, data yang memiliki suatu *object* dapat dimodifikasi menggunakan *methods* yang ditentukan untuk *object* itu. Karena kebanyakan *database system* masih *relational*, *object-oriented database* masih memiliki kelemahan dalam *interoperability*.



Gambar 11.9. *Object hierarchy happy valey basisdata object oriented*

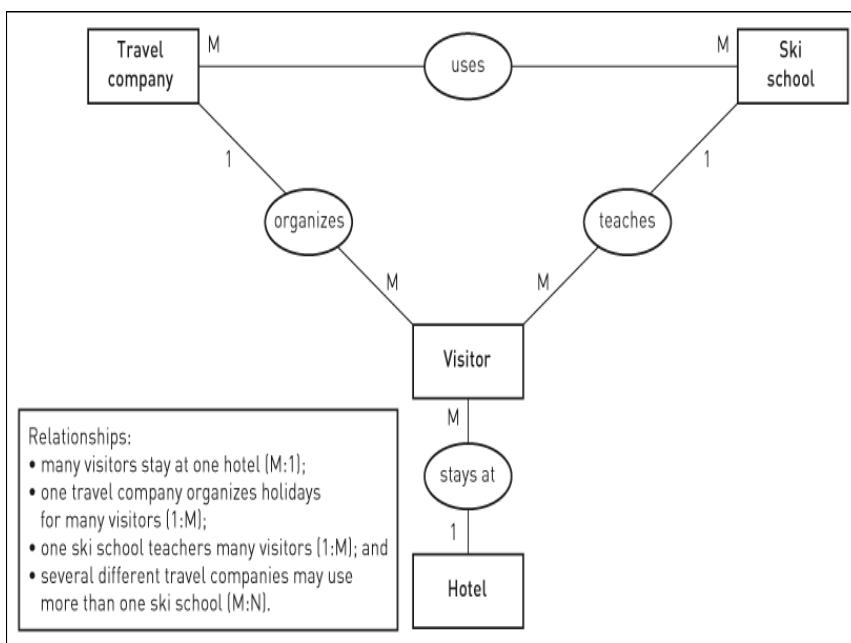
## 11.5. Pengembangan Basisdata SIG

Basisdata (*database*) SIG merupakan salah satu komponen penting dalam sistem informasi geografis, karena merupakan dasar dalam menyediakan informasi. Basisdata pada hakekatnya merupakan kumpulan dari item data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya yang diorganisasikan berdasarkan sebuah skema atau struktur tertentu, tersimpan di *hardware* komputer dan dengan *software* untuk melakukan manipulasi untuk kegunaan tertentu.

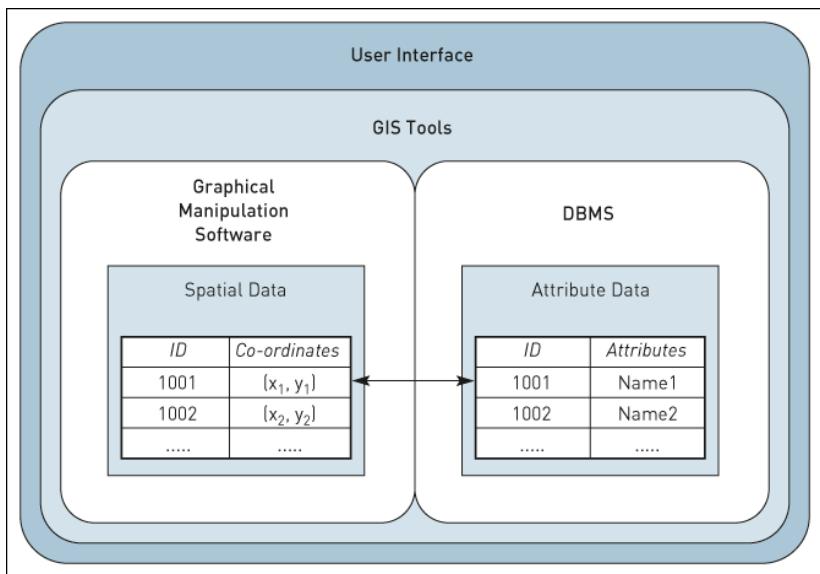
Berikut ini adalah langkah-langkah dalam mengembangkan basisdata SIG :

1. *Data investigation*: merupakan langkah *fact finding* dalam pembuatan *database*.

2. *Data modelling*: merupakan proses membuat model konseptual dari data dengan cara menguji *relationships* antara entitas-entitas dan karakteristik entitas dan atribut.
3. *Database design*: merupakan pembuatan *design* praktikal dari *database*.
4. *Database implementation*: merupakan prosedur mempopulasikan *database* dengan atribut data dan diikuti proses *monitoring* dan *unkeep*, termasuk *file tuning*, modifikasi dan *updating*.



Gambar 11.10.Happy valley entity attribute modelling (eam) diagram



Gambar 11.11. Link antar atribut basisdata dalam SIG

## BAB 12

### DESAIN PROYEK SIG DAN MANAJEMEN

#### Tujuan Instruksional Umum

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan memahami cara mendesain dan mengelola proyek SIG.

#### Tujuan Instruksional Khusus:

- Mahasiswa memahami tahapan proses dalam mendesain proyek SIG
- Mahasiswa memahami dua pendekatan dalam manajemen proyek SIG
- Mahasiswa mengetahui dan dapat menggunakan *tool* manajemen proyek SIG.

#### 12.1 Desain Proyek SIG

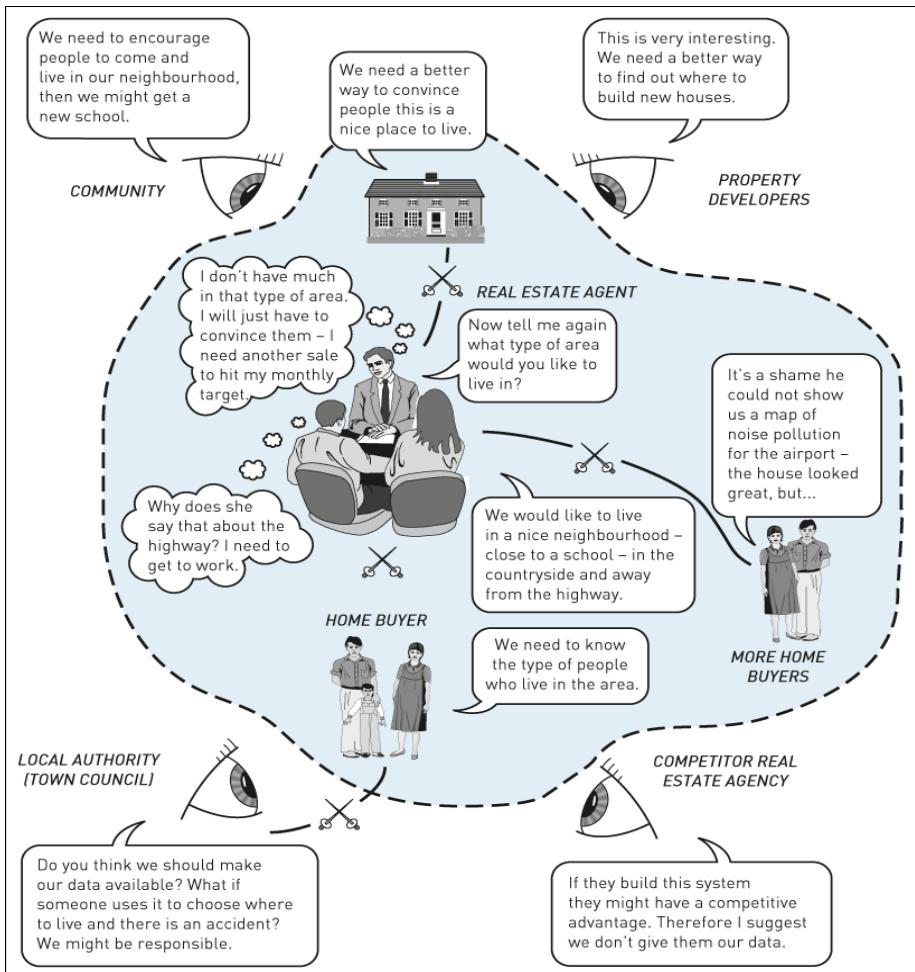
Desain proyek merupakan sebuah proses yang melibatkan pencarian mengenai apa yang harus dilakukan dan bagaimana cara terbaik untuk melakukannya. Dalam *project design* terdapat tiga tahapan proses, yaitu (1) *Problem Identification*, (2) *Design and choose a Data Model* dan (3) *Design the Analysis*.

##### 12.1.1. *Problem Identification*

Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam pengembangan aplikasi GIS ialah identifikasi masalah. Dalam proses identifikasi masalah, terdapat dua teknik yang dapat dilakukan, di antaranya:

1. Membuat *rich picture*

*Rich picture* merupakan pandangan skematis mengenai permasalahan yang akan diselesaikan dalam proyek GIS. *Rich picture* memperlihatkan komponen utama dari permasalahan, termasuk di dalamnya berbagai interaksi yang mungkin terjadi.



Gambar 12.1 Contoh penggambaran *Rich Picture*

Dalam pembuatan *rich picture*, terdapat beberapa simbol yang biasa digunakan yaitu :

- *Crossed swords.*

Simbol *crossed sword* menggambarkan konflik. Simbol ini digunakan untuk memperlihatkan perbedaan motif antara kelompok yang terlibat.

- *Eyes.*

*Eyes* digunakan untuk merepresentasikan pengamat eksternal.

- *Speech bubbles.*

*Speech bubble* biasa digunakan untuk merepresentasikan opini pribadi atau kelompok yang terlibat.

Penggunaan *rich picture* membantu tim proyek dalam menyimpan dan mengorganisasikan ide-ide yang ada. Pengembangan *rich picture* yang buruk dapat membawa pengembangan aplikasi GIS ke arah yang buruk.

## 2. Mengembangkan *root definition*.

*Root definition* dapat digunakan sebagai pengecekan tambahan untuk memastikan bahwa permasalahan proyek telah dipahami dengan baik. *Root definition* merupakan sebuah pandangan terhadap permasalahan dari perspektif yang spesifik. Pengguna yang berbeda dapat memiliki pandangan yang berbeda terhadap sebuah permasalahan. Oleh sebab itu, maka penting bagi tim pengembang untuk dapat menemukan sebuah *common root definition* yang dapat disetujui oleh setiap kelompok.

Penetapan *root definition* tunggal dapat membantu orang lain untuk mengevaluasi dan memahami mengapa aplikasi GIS dibangun dalam cara tertentu. Selain itu, memahami setiap perspektif kelompok pengguna juga dapat memperbesar kemungkinan bahwa aplikasi GIS yang dibangun mampu memenuhi semua kebutuhan yang dikhawatirkan.

Dengan mengembangkan *rich picture* dan *root definition*, maka obyektif dan tujuan dari sebuah proyek dapat diidentifikasi dan model data GIS pun dapat dibuat.

### **12.1.2. Design and Choose A Data Model**

Model data dalam aplikasi GIS terdiri dari dua bagian, yaitu model data konseptual dan model data fisikal. Model data konseptual merupakan model data yang menangkap elemen dan aspek utama dari sebuah permasalahan. Model data konseptual juga menambahkan detail spasial pada *rich picture*, termasuk di dalamnya elemen-elemen *spatial form* dan *spatial process*.

Model data fisikal digunakan untuk menentukan cara merepresentasikan elemen-elemen utama tersebut dalam komputer. Model data ini lebih menekankan pada bagaimana merepresentasikan model konseptual ke dalam komputer, termasuk di dalamnya mengenai detail *spatial data model* (*raster* atau vektor), struktur data, dan skema analisis.

Untuk membuat model data konseptual dapat digunakan *hard system analysis*. *Hard system analysis* melibatkan proses identifikasi elemen dari model data, entitas, state entitas, dan hubungannya antara satu sama lain. Terdapat empat tahapan dalam *hard system analysis*, di antaranya:

- 1. Lexical Phase.**

Tujuan dari *lexical phase*, antara lain:

- Untuk menentukan permasalahan.
- Untuk menentukan batasan permasalahan.
- Untuk memilih entitas yang mendefinisikan komponen permasalahan.
- Untuk menetapkan state bagi entitas-entitas tersebut.

Dalam GIS, fase ini melibatkan antara lain :

- Mengidentifikasi sifat dari aplikasi.
- Memilih area studi.
- Menetukan fitur dunia nyata yang digunakan.
- Mengidentifikasi atribut yang terkait.

## 2. *Parsing Phase.*

*Parsing phase* merupakan fase di mana hubungan antara entitas dan kelompok entitas ditentukan untuk menciptakan model komputer.

## 3. *Modelling Phase.*

*Modelling phase* merupakan fase di mana GIS digunakan untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi pada *lexical phase* sebelumnya. Pada fase ini, ditentukan cara entitas dan statenya berinteraksi dan merespon berbagai situasi yang berbeda.

## 4. *Analysis Phase.*

*Analysis phase* merupakan fase di mana dilakukan validasi dari *modelling phase*. Pada fase ini dilakukan *testing* untuk mencari tahu seberapa besar kesesuaian model GIS yang telah dibuat dengan kenyataan.

Salah satu metode untuk merepresentasikan *hard system analysis* ialah dengan menggunakan *flowchart*. Dalam *hard system analysis*, *flowchart* menggunakan serangkaian simbol untuk mengkomunikasikan aspek-aspek model yang berbeda.

## ***Designing The Analysis***

Dalam proses perancangan skema analisis terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan, salah satunya ialah *cartographic modelling*. *Cartographic modelling* pada dasarnya merupakan sebuah cara umum untuk mengekspresikan dan mengorganisasikan metode di mana variabel dan operasi spasial dipilih dan digunakan untuk mengembangkan skema analisis. *Cartographic modelling* merupakan metodologi pengelolahan data geografis yang melihat peta (atau layer data spasial lainnya) sebagai variabel dalam persamaan aljabar.

Pengembangan *cartographic model* terdiri dari empat tahap, yaitu:

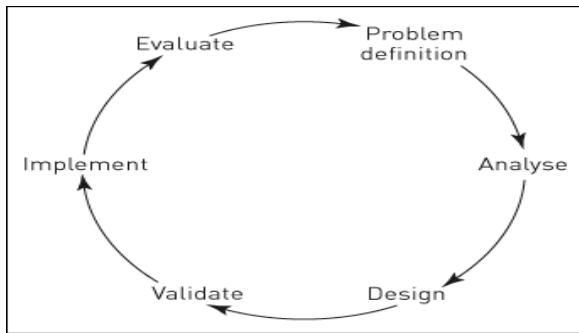
1. Mengidentifikasi layer peta atau rangkaian data spasial yang dibutuhkan.
2. Menggunakan *natural language* untuk menjelaskan proses mengenai perpindahan dari data yang tersedia ke sebuah solusi.
3. Menggambar sebuah *flowchart* untuk merepresentasikan proses di langkah 2 secara grafis. Dalam konteks peta aljabar, *flowchart* ini merepresentasikan serangkaian persamaan yang harus diselesaikan untuk dapat menghasilkan jawaban pada *query* spasial.
4. Memberikan keterangan (*annotation*) pada *flowchart* dengan perintah yang dibutuhkan untuk menjalankan operasi-operasi GIS yang digunakan.

## 12.2. Manajemen Proyek

*Designer* SIG biasanya menggunakan dua macam pendekatan dalam manajemen proyek yaitu daur ulang sistem (*system life cycle*) dan *prototyping*.

### 1. *The system development life cycle*

*The system development life cycle* adalah proses membuat atau mengubah sistem informasi, model dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan suatu sistem. Dalam rekayasa perangkat lunak, konsep SDLC mendasari berbagai jenis metodologi pengembangan perangkat lunak. Metodologi-metodologi ini membentuk suatu kerangka kerja untuk perencanaan dan pengendalian pembuatan sistem informasi.



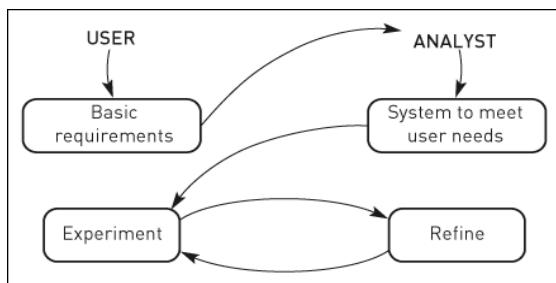
Gambar 12.2. *The system development life cycle*

Dari tiap *cycle* atau daur ulang terdapat beberapa fase sebelum satu putaran selesai atau diulang. Fase – fase tersebut berupa definisi masalah, analisis, *design*, validasi, implementasi dan evaluasi.

- Definisi masalah adalah proses di mana tujuan proyek didefinisikan pada fungsi dari suatu pengoperasian aplikasi
- Analisa adalah melakukan pencarian data terhadap kebutuhan informasi dari proyek yang dibutuhkan.
- *Design* adalah proses perancangan yang dilakukan setelah semua data terkumpul dan dilakukan sebelum tahap pembuatan.
- Validasi adalah proses di mana *design* yang telah dirancang sebelumnya dibuat dengan menambahkan atau memvalidasikan kebutuhan yang diperlukan.
- Implementasi adalah proses di mana rancangan yang telah dibuat dan divalidasi digunakan atau diterapkan.
- Evaluasi merupakan tahap di mana proses pembuatan dianggap selesai dan siap untuk dikaji agar dapat diulang, dibenarkan, atau disesuaikan.

## 2. *Prototyping*

*Prototyping* biasanya terdapat pada aktivitas menciptakan prototipe atau sebuah tiruan dari aplikasi perangkat lunak bisa berupa versi beta suatu program perangkat lunak yang sedang dikembangkan. Prototipe biasanya mensimulasikan beberapa aspek, dan mungkin benar-benar berbeda dari produk akhir.



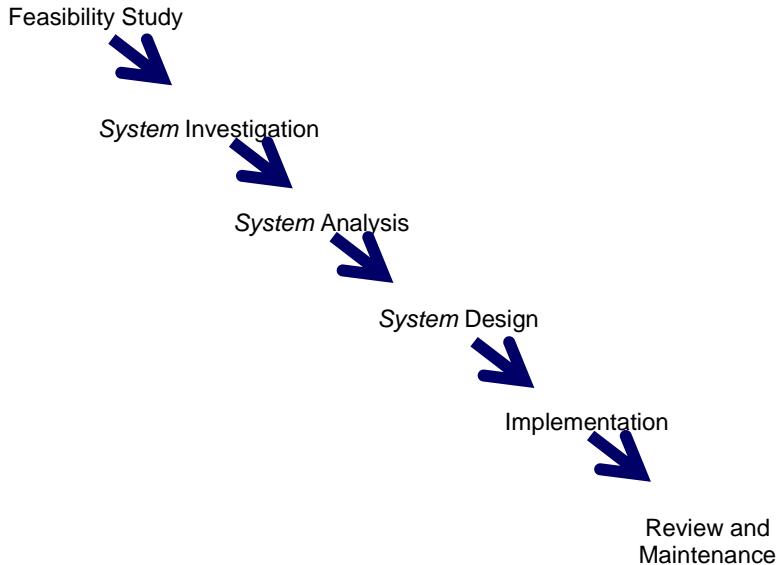
Gambar 12.3. *The Prototyping Approach*

Seperti yang digambarkan pada skema diatas, seorang user menentukan kebutuhan dasar yang diperlukan dalam pengembangan sistem yang dihendaki dan diberikan kepada sistem analis untuk dibuat sebuah sistem yang menyerupai, dalam hal ini *prototype*, yang disesuaikan dan dapat berubah terus menerus sampai mendekati atau sesuai dengan kebutuhan pengguna itu sendiri.

## *System Life Cycle*

Avison dan Fitzgerald (1996) mencirikan metodologi sebagai sejumlah atribut yang mencakup :

- Serangkaian fase berurutan (juga sub-fase dan kegiatan) mulai dari studi kelayakan untuk meninjau dan pemeliharaan
- Serangkaian alat dan teknik (termasuk analisis biaya manfaat proyek, manajemen) yang memungkinkan eksplorasi pilihan dan solusi yang berbeda dan memberikan kontrol yang diperlukan untuk menghasilkan sistem yang tepat.



Gambar 12.4. *The system life cycle*

1. **Feasibility study:** Tahap ini menilai sistem saat ini dengan mengidentifikasi kekurangannya dan memutuskan apakah sistem dapat ditingkatkan dan masalah dapat diselesaikan. Jika mereka bisa, ketetapan kemudian dibuat untuk menentukan:

- Jika terjangkau dan ekonomis
- Manfaat, efek dan dampaknya pada pengguna dan organisasi memperkenalkan sistem
- Jika keahlian teknis untuk membangun dan mendukungnya tersedia
- Jika ada perubahan perlu dilakukan untuk infrastruktur saat ini.

"Umumnya masalah bisnis yang lebih luas dari fundamental mempertanyakan proses bisnis yang mendasari yang diteliti tidak akan menjadi bagian dari singkat" (Grimshaw, 1996).

2. **System Investigation:** fakta dalam menemukan tahap di mana sistem saat ini diselidiki dengan mewawancaraai personel baik tatap muka atau dengan kuesioner dan melihat sampel data yang digunakan dan dihasilkan. Informasi yang diperoleh biasanya terdiri dari
  - Fungsi dari sistem saat ini dan bagaimana dapat diterjemahkan ke dalam sistem baru
  - Masalah dan *neck bottle* dalam mode operasi
  - Tipe data (kertas atau digital: termasuk format) dan volume.

"Masalah utama dalam tahap ini adalah karena sistem didefinisikan dalam hal sistem yang ada, fokus penyelidikan dapat didefinisikan secara sempit" (Grimshaw, 1996).

3. **System Analysis:** Pada tahap ini, sistem analis menggunakan fakta-fakta yang diperoleh dalam membentuk tahap penyelidikan untuk menentukan mengapa masalah tersebut ada, mengapa metode operasi terbaru diadopsi dan apa alternatifnya. Tahap ini keliru mengasumsikan bahwa sistem komputer baru harus dikembangkan dan diimplementasikan sedangkan sistem manual mungkin cukup untuk kebutuhan pengguna.
4. **System Design:** Ini adalah tahap desain berdasarkan pada kebutuhan pengguna diperoleh selama kelayakan dan tahap penyelidikan. Menurut Avison dan Fitzgerald (1996), hal ini mungkin melibatkan
  - *Input* data yang dimasukkan dan bagaimana data akan ditangkap
  - *Output* dari sistem
  - Proses yang mengubah *input* menjadi *output*
  - Struktur kertas dan *file* digital dalam sistem
  - Keamanan dan cadangan ketentuan
  - Sistem pengujian dan rencana implementasi.

Dalam beberapa kasus, temuan selama tahap analisis ini dapat menyimpang dari sistem yang diusulkan selama studi kelayakan.

5. **Implementation:** tahap di mana program komputer ditulis, sistem ini diuji, *hardware & software* yang dibeli, pengguna manual dan pelatihan kemasan ditulis, pelatihan pengguna disediakan. Sistem ini kemudian diterapkan ke pengguna dan menjadi operasional sepenuhnya.
6. **Review & Maintenance:** Setelah sistem yang diterapkan ke pengguna, beberapa perubahan kecil mungkin diperlukan. Ini dimungkinkan karena faktor organisasi, kemajuan teknologi atau efek dari operasional sistem pada infrastruktur yang ada. Selain itu sistem akan memerlukan terus-menerus perawatan dan dukungan sepanjang hidupnya. Semua ini ditangani selama *review* dan *maintenance* pada tahap *system life cycle*. Proses *review* dan *maintenance* berlanjut sampai diakui bahwa sistem ini tidak lagi tepat dan perubahan tidak dapat dibuat secara efisien atau efektif.

"Ketika studi kelayakan dalam suatu sistem penggantian dianggap maka siklus akan dimulai kembali "(Avison dan Fitzgerald,1996).

### **12.3. Tools dalam Manajemen Proyek SIG**

Dalam manajemen proyek termasuk manajemen proyek SIG, dikenal beberapa perangkat (*tools*) yang biasanya digunakan sebagai alat bantu yaitu GANTT Chart dan PERT Chart.

#### **12.3.1. Gantt Chart**

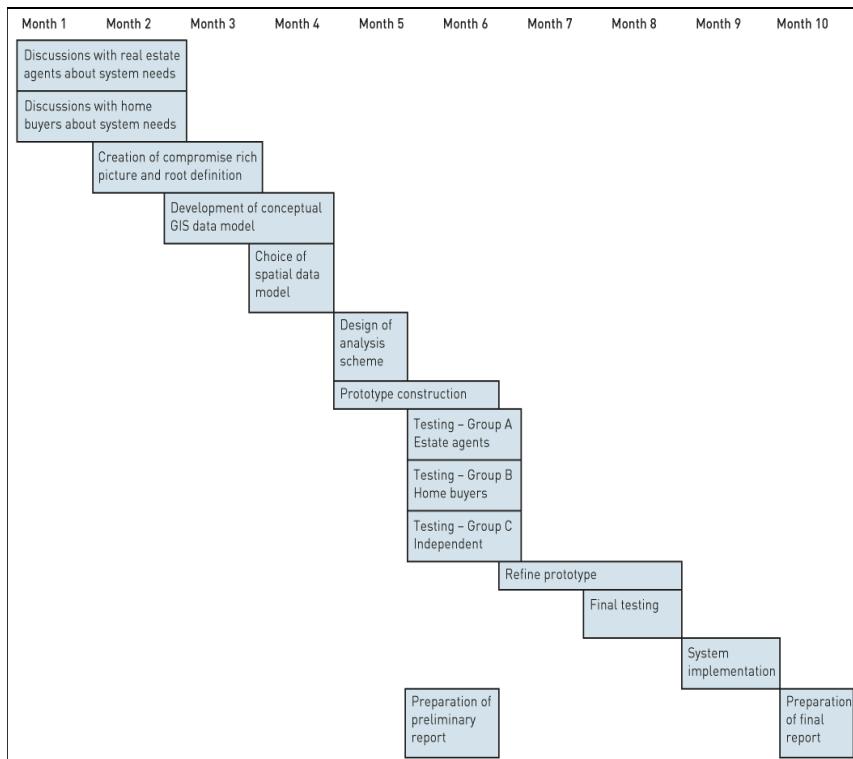
*Gantt chart* adalah representasi grafis dari durasi tugas terhadap perkembangan waktu. *Gantt chart* adalah alat yang

berguna untuk perencanaan dan penjadwalan proyek. *Gantt chart* membantu ketika memantau kemajuan proyek. *Gantt chart* adalah jenis *bar chart* yang menggambarkan suatu jadwal proyek. Grafik Gantt menggambarkan tanggal awal dan akhir dari elemen terminal dan elemen ringkasan proyek. *Gantt chart* berguna untuk merencanakan berapa lama proyek harus mengambil. *Gantt chart* menjabarkan urutan tugas yang perlu dilakukan.

Langkah– langkah dalam membuat *GANTT Chart* :

1. Susun semua aktivitas ke dalam sebuah *table / plan*.
2. Buat *Gantt Chart* dengan Ms Excell / *software* grafik lainnya.
3. Pindahkan *tasks* (tugas - tugas) kedalam *graph paper*.

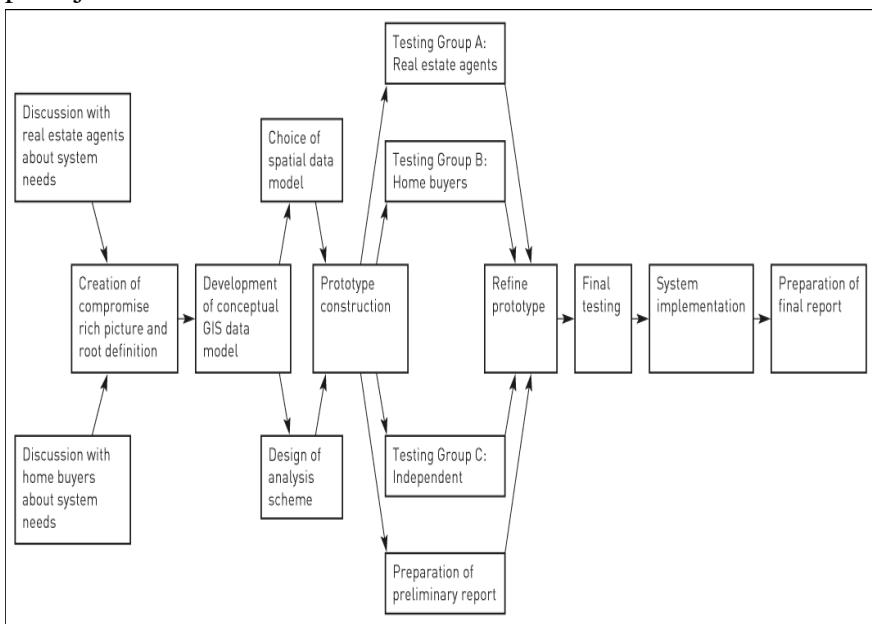
Contoh *GANTT Chart* dalam analisis pencarian lokasi rumah dengan SIG sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 12.5.



Gambar 12.5. Contoh Gant Chart

### 12.3.2. Pert Chart

PERT merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique* (teknik menilai dan meninjau kembali program), sedangkan CPM adalah singkatan dari *Critical Path Method* (metode jalur kritis) di mana keduanya merupakan suatu teknik manajemen. Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesaiannya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan.



Gambar 12.6. Contoh PERT Chart

Tujuan dari PERT adalah pencapaian suatu taraf tertentu di mana waktu merupakan dasar penting dari PERT dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan bagi suatu proyek. Dalam metode

PERT dan CPM masalah utama yaitu teknik untuk menentukan jadwal kegiatan beserta anggaran biayanya dengan maksud pekerjaan-pekerjaan yang telah dijadwalkan itu dapat diselesaikan secara tepat waktu serta tepat biaya.

Sedangkan CPM adalah suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek-proyek yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan di antara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Teknik penyusunan jaringan kerja yang terdapat pada CPM, sama dengan yang digunakan pada PERT. Perbedaan yang terlihat adalah bahwa PERT menggunakan *activity oriented*, sedangkan dalam CPM menggunakan *event oriented*. Pada *activity oriented* anak panah menunjukkan *activity* atau pekerjaan dengan beberapa keterangan aktivitasnya, sedang *event oriented* pada peristiwalah yang merupakan pokok perhatian dari suatu aktivitas. Pengertian PERT dan CPM seperti yang dikemukakan oleh para ahli dikutipkan seperti berikut:

Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan maupun konflik dan gangguan produksi, serta mengkoordinasikan dan mengsingkronisasikan berbagai bagian dari keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesaiannya proyek. Sedangkan CPM adalah suatu teknik perencanaan dan pengendalian yang dipergunakan dalam proyek berdasarkan pada data biaya dari masa lampau (*past cost data*)”.

Handoko, 1993, mengemukakan bahwa: “PERT adalah suatu metode analisis yang dirancang untuk membantu dalam

penjadwalan dan pengendalian proyek-proyek yang kompleks, yang menuntut bahwa masalah utama yang dibahas yaitu masalah teknik untuk menentukan jadwal kegiatan beserta anggaran biayanya sehingga dapat diselesaikan secara tepat waktu dan biaya, sedangkan CPM adalah suatu metode yang dirancang untuk mengoptimalkan biaya proyek di mana dapat ditentukan kapan pertukaran biaya dan waktu harus dilakukan untuk memenuhi jadwal penyelesaian proyek dengan biaya seminimal mungkin”

### **12.3.3. Perbedaan PERT dan CPM**

Pada prinsipnya yang menyangkut perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut:

- a. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh *evaluator*.
- b. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.
- c. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.
- d. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presidential), sedangkan pada CPM tanda panah adalah kegiatan.

Dalam melakukan perencanaan dengan PERT dibutuhkan beberapa langkah, yaitu:

1. Mengidentifikasi aktivitas (*activity*) dan titik tempuhnya (*milestone*).  
Sebuah aktivitas adalah pekerjaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek. Titik tempuh (*milestone*) adalah penanda kejadian pada awal dan akhir satu atau lebih aktivitas. Untuk mengidentifikasi aktivitas dan titik tempuh dapat menggunakan suatu tabel agar lebih mudah dalam memahami dan menambahkan informasi lain seperti urutan dan durasi.
2. Menetapkan urutan pengerjaan dari aktivitas-aktivitas yang telah direncanakan. Langkah ini bisa dilakukan bersamaan dengan identifikasi aktivitas. Dalam menentukan urutan pengerjaan bisa diperlukan analisa yang lebih dalam untuk setiap pekerjaan.
3. Membuat suatu diagram jaringan (*network diagram*). Setelah mendapatkan urutan pengerjaan suatu pekerjaan maka suatu diagram dapat dibuat. Diagram akan menunjukkan pekerjaan-pekerjaan yang harus dilakukan berurutan (*serial*) atau secara bersamaan (*parallel*). Pada diagram PERT biasanya suatu pekerjaan dilambangkan dengan simbol lingkaran dan titik tempuh dilambangkan dengan simbol panah.
4. Memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas. Dalam menentukan waktu dapat menggunakan satuan unit waktu yang sesuai misal jam, hari, minggu, bulan, dan tahun.
5. Menetapkan suatu jalur kritis (*critical path*). Suatu jalur kritis bisa didapatkan dengan menambah waktu suatu aktivitas pada tiap urutan pekerjaan dan menetapkan jalur terpanjang pada tiap proyek. Biasanya sebuah jalur kritis terdiri dari pekerjaan-pekerjaan yang tidak bisa ditunda waktu pengerjaannya. Dalam setiap urutan pekerjaan

terdapat suatu penanda waktu yang dapat membantu dalam menetapkan jalur kritis, yaitu:

- ES – Early Start
- EF – Early Finish
- LS – Latest Start
- LF – Latest Finish

Dengan menggunakan empat komponen penanda waktu tersebut bisa didapatkan suatu jalur kritis sesuai dengan diagram.

6. Melakukan pembaharuan diagram PERT sesuai dengan kemajuan proyek. Sesuai dengan berjalannya proyek dalam waktu nyata. Waktu perencanaan sesuai dengan diagram PERT dapat diperbaiki sesuai dengan waktu nyata. Sebuah diagram PERT mungkin bisa digunakan untuk merefleksikan situasi baru yang belum pernah diketahui sebelumnya.

Dari langkah-langkah penjelasan metode PERT maka bisa dilihat suatu karakteristik dasar PERT, yaitu sebuah jalur kritis. Dengan diketahuinya jalur kritis ini maka suatu proyek dalam jangka waktu penyelesaian yang lama dapat diminimalisasi. Ciri-ciri jalur kritis adalah:

- Jalur yang biasanya memakan waktu terpanjang dalam suatu proses.
- Jalur yang tidak memiliki tenggang waktu antara selesainya suatu tahap kegiatan dengan mulainya suatu tahap kegiatan berikutnya.
- Tidak adanya tenggang waktu tersebut yang merupakan sifat kritis dari jalur kritis.

Terdapat beberapa karakteristik proyek, adalah sebagai berikut:

- Kegiatannya dibatasi oleh waktu; sifatnya sementara, diketahui kapan mulai dan berakhirnya.
- Dibatasi oleh biaya.

- Dibatasi oleh kualitas.
- Biasanya tidak berulang-ulang.

Manfaat PERT adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui ketergantungan dan keterhubungan tiap pekerjaan dalam suatu proyek.
- 2) Dapat mengetahui implikasi dan waktu jika terjadi keterlambatan suatu pekerjaan.
- 3) Dapat mengetahui kemungkinan untuk mencari jalur alternatif lain yang lebih baik untuk kelancaran proyek.
- 4) Dapat mengetahui kemungkinan percepatan dari salah satu atau beberapa jalur kegiatan.
- 5) Dapat mengetahui batas waktu penyelesaian proyek.

## BAB 13

### MASA DEPAN SIG

#### Tujuan Instruksional Umum

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan mendapat gambaran mengenai perkembangan SIG pada masa yang akan datang.

#### Tujuan Instruksional Khusus:

- Mahasiswa mengetahui awal perkembangan teknologi pemetaan dan SIG
- Mahasiswa memahami perkembangan teknologi dan aplikasi SIG pada abad ke-20
- Mahasiswa mengetahui dan dapat menggunakan *tool* manajemen proyek SIG.

#### 13. 1. Awal Perkembangan Teknologi SIG

Suatu sistem informasi yang baik adalah sistem informasi yang dapat memenuhi beberapa keperluan para penggunanya secara cepat, tepat, dan mudah. Oleh karena itu langkah pertama yang harus dilakukan dalam menyusun *system* informasi adalah mengidentifikasi dan menentukan informasi yang dibutuhkan bagi perencanaan dan pengelolaan sumberdaya. Kebutuhan informasi tersebut bergantung pada potensi pembangunan (sumberdaya alam, energi, dan jasa-jasa lingkungan) suatu wilayah serta tujuan pembangunan itu sendiri. Pada umumnya tujuan pembangunan sumberdaya adalah untuk dapat memanfaatkan segenap sumberdaya dan jasa-jasa lingkungan secara berkelanjutan bagi kesejahteraan masyarakat.

35,000 tahun yang lalu, di dinding gua Lascaux, Perancis, para pemburu Cro-Magnon menggambar hewan mangsa mereka, juga garis yang dipercaya sebagai rute migrasi hewan-hewan

tersebut. Catatan awal ini sejalan dengan dua elemen struktur pada sistem informasi geografis modern sekarang ini, arsip grafis yang terhubung ke *database* atribut.

Pada tahun 1700-an teknik survey modern untuk pemetaan topografis diterapkan, termasuk juga versi awal pemetaan tematis, misalnya untuk keilmuan atau data sensus.

Awal abad ke-20 memperlihatkan pengembangan "litografi foto" di mana peta dipisahkan menjadi beberapa lapisan (layer). Perkembangan perangkat keras komputer yang dipacu oleh penelitian senjata nuklir membawa aplikasi pemetaan menjadi multifungsi pada awal tahun 1960-an.

Sebelum lahirnya teknologi Penginderaan jauh (*remote Sensing*) dan Sistem Informasi Geografis (SIG), Inventarisasi dan pemetaan tentang sumber daya alam dilakukan dengan pengukuran langsung dipermukaan bumi (*landsurveying*). Teknik semacam ini tidak memungkinkan untuk memetakan permukaan bumi dengan cepat. Sejak duapuluhan tahun terakhir, pengumpulan data sumberdaya alam dan pemetaan banyak dilakukan dengan menggunakan teknologi inderja, baik dari pesawat udara maupun dengan memanfaatkan citra satelit.

Informasi yang dikumpulkan dengan teknologi penginderaan jauh antara lain sediment tersuspensi dalam kolom air, topografi, batimetri, kondisi laut, warna air, identifikasi klorofil-a , suhu permukaan perairan, sumberdaya perikanan, tumpahan minyak, vegetasi seperti mangrove dan padang lamun.

Setelah data berhasil dikumpulkan dikumpulkan maka untuk mengelolanya (memanipulasi, menganalisis dan menyajikan) menjadi informasi yang berguna bagi proses perencanaan dan pengambilan keputusan dalam pembangunan sumberdaya alam digunakan SIG (sistem Informasi kelautan).

Pengelolaan informasi untuk pengelolaan lingkungan perairan bagi kegiatan perikanan sangat diperlukan, Pengelolaan ini meliputi pengumpulan, pemrosesan, penelusuran, dan analisis data

menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya pada waktu yang diinginkan.

Sejak tahun 1960-an para pakar ilmu kebumian di Negara maju telah mulai berusaha untuk mengembangkan sistem pengelolaan data spasial secara manual dalam volume yang besar yang telah memakan waktu lama dan biaya yang mahal. Di samping itu karena semakin kompleksnya data spasial yang dikerjakan secara manual memberikan peluang besar terjadinya kesalahan.

Pemikiran Pengembangan SIG berkomputer pada tahun 1960-an dilatarbelakangi oleh beberapa faktor:

- 1) Usaha peningkatan teknologi kartografi
- 2) Adanya perkembangan pesat sistem komputerisasi
- 3) Peningkatan kebutuhan dalam analisis spasial

Tahun 1967 merupakan awal pengembangan SIG yang bisa diterapkan di Ottawa, Ontario oleh Departemen Energi, Pertambangan dan Sumber Daya. Dikembangkan oleh Roger Tomlinson, yang kemudian disebut CGIS (*Canadian GIS - SIG Kanada*), digunakan untuk menyimpan, menganalisis dan mengolah data yang dikumpulkan untuk Inventarisasi Tanah Kanada (CLI - *Canadian land Inventory*) - sebuah inisiatif untuk mengetahui kemampuan lahan di wilayah pedesaan Kanada dengan memetakaan berbagai informasi pada tanah, pertanian, pariwisata, alam bebas, unggas dan penggunaan tanah pada skala 1:250000. Faktor pemeringkatan klasifikasi juga diterapkan untuk keperluan analisis.

Usaha pertama kali dalam sistem pengelolaan data spasial berkomputer dikembangkan oleh Negara Canada yaitu *Canada Geographic Information System* (CGIS) dan oleh Negara Amerika Serikat yaitu Land use and Natural Resources (LUNR). Kedua system tersebut merupakan awal dari perkembangan sistem SIG yang ada sekarang.

CGIS merupakan sistem pertama di dunia dan hasil dari perbaikan aplikasi pemetaan yang memiliki kemampuan timpang susun (*overlay*), penghitungan, pendijitalan/ pemindaian (*digitizing/scanning*), mendukung sistem koordinat nasional yang membentang di atas benua Amerika, memasukkan garis sebagai *arc* yang memiliki topologi dan menyimpan atribut dan informasi lokasional pada berkas terpisah. Pengembangnya, seorang geografer bernama Roger Tomlinson kemudian disebut "Bapak SIG".

CGIS bertahan sampai tahun 1970-an dan memakan waktu lama untuk penyempurnaan setelah pengembangan awal, dan tidak bisa bersaing dengan aplikasi pemetaan komersil yang dikeluarkan beberapa vendor seperti Intergraph. Perkembangan perangkat keras mikro komputer memacu vendor lain seperti ESRI, CARIS, MapInfo dan berhasil membuat banyak fitur SIG, menggabung pendekatan generasi pertama pada pemisahan informasi spasial dan atributnya, dengan pendekatan generasi kedua pada organisasi data atribut menjadi struktur *database*. Perkembangan industri pada tahun 1980-an dan 1990-an memacu lagi pertumbuhan SIG pada *workstation UNIX* dan komputer pribadi. Pada akhir abad ke-20, pertumbuhan yang cepat di berbagai sistem dikonsolidasikan dan distandarisasikan menjadi *platform* lebih sedikit, dan para pengguna mulai mengekspor menampilkan data SIG lewat internet, yang membutuhkan standar pada format data dan transfer.

Perkembangannya memang mengarah pada semakin terbukanya data-data GIS. Beberapa perusahaan misalnya telah merilis data yang bisa diakses oleh banyak orang secara free untuk data global. Misalnya ESRI sudah merilis data global yang bisa diakses, kemudian ada Google, OpenMaps, dll. Demikian pula dengan data citra yang sudah banyak tersedia *online*.

Perkembangan teknologi SIG secara pesat terjadi pada tahun 1980-an sampai dengan sekarang dan berbagai macam

*system* perangkat lunak SIG telah bermunculan seperti ERDAS, ILWIS, ARC/INFO, dan lain-lain.

Di Indonesia, teknologi SIG sekarang telah banyak digunakan baik oleh institusi pemerintah maupun swasta untuk berbagai macam penggunaan seperti pengelolaan sumberdaya lahan, pengelolaan lahan dan lain-lain. Teknologi SIG dapat digunakan sebagai suatu alat untuk pengelolaan sumberdaya yang berwawasan lingkungan. Star dan Ester (1990) mengemukakan bahwa pengembangan SIG dilandasi oleh dua faktor penting yaitu :

- 1) Suatu keinginan untuk pengelolaan lingkungan perkotaan terutama dalam kaitannya dengan perencanaan peremajaan (*renewal*)
- 2) Suatu keinginan untuk mengembangkan kompetisi penggunaan sumberdaya lingkungan.

Perkembangan sekarang menunjukkan bahwa para ahli lingkungan dalam mengelola sumberdaya alam telah banyak menggunakan data spasial dibanding waktu sebelumnya. Naibitt, (1984) dalam Star dan Ester (1990) memperkirakan bahwa informasi ilmu berlipat ganda setiap lima tahun, untuk mengantisipasi lonjakan data seperti ini maka diperlukan suatu *system*, yaitu sistem informasi yang dapat menganalisis, menyimpan dan menyajikan data dalam bentuk spasial.

SIG merupakan sistem informasi yang bersifat terpadu, karena data yang dikelola adalah data spasial. Dalam SIG data grafis di atas peta dapat disajikan dalam dua model data spasial yaitu model data *raster* dan model data vektor.

## **13.2. Teknologi SIG pada Abad 20-an**

### **13.2.1 Web GIS**

Internet merupakan *tool* yang berguna untuk mengumpulkan dan memanipulasi data. Sebagian besar informasi

yang tersedia di dunia tersedia di internet. Termasuk segala informasi mengenai GIS. Sebelumnya seseorang harus membeli sebuah perangkat lunak yang mahal untuk menggunakan dan memanipulasi data yang diperlukan untuk GIS. Namun sekarang, dengan adanya pemrograman berbasis java sekarang tersedia program-program berbasis web GIS. Beberapa program ini mengharuskan pengguna membeli perangkat lunak (*plug-in*) yang kemudian ditambahkan dalam *web browser*. Namun beberapa program tidak memerlukan *software* khusus sama sekali. Jadi program tersebut hanya menggunakan kemampuan yang ada dalam *web browser*.

Saat ini web GIS berkembang dengan sangat pesat. perkembangan GIS mengacu pada berbagai macan aspek, seperti pada bidang tata letak kota, kehutanan, properti, penanggulangan bencana, DLL. Web GIS memiliki manfaat yang sangat besar salah satunya adalah adanya peta *online* sebuah daerah di mana user/pengguna dapat mencari lokasi yang diinginkan secara *online* melalui jaringan internet.

Beberapa macam *software* web GIS :

#### **13.2.1.1 WebGIS Simpotenda**

Webgis Simpotenda menyajikan data unggulan potensi daerah seperti pendidikan, kesehatan, pertanian, kehutanan, dll. WebGIS Siptomenda dapat digunakan untuk mendesain, mengelola dan menyajikan data beraserensi geografis atau peta dalam mendukung pengambilan keputusan.

#### **13.2.1.2 GeoServer**

GeoServer merupakan aplikasi penyediaan data geospasial melalui layanan web services dan dapat diakses melalui web (http), aplikasi pemetaan *online*, dan aplikasi desktop (ArcGIS, WMS/WFS Client). Penggunaan standar yang dikeluarkan oleh OGC memungkinkan layanan yang dihasilkan terbuka dan dapat

diakses oleh aplikasi lainnya dalam menggabungkan informasi geospasial.

### **13.2.1.3 MapServer**

MapServer merupakan salah satu aplikasi pemetaan *online* (web GIS) yang dikembangkan oleh Universitas Minnesota, NASA, dan Departemen Sumber Daya Alam Minnesota (Minnesota Department of Natural Resources). MapServer merupakan aplikasi *open source* yang berarti dapat didistribusikan dengan gratis disertai dengan sumber kode pemrograman apabila ingin mengembangkan lebih lanjut. MapServer dapat dijalankan pada beberapa sistem operasi yaitu Unix/Linux, MacOS dan Windows.

### **13.2.1.4 MS4W**

Di dalamnya sudah menyatu aplikasi Apache Web Server, PHP, Map Server dan berbagai *library* yang dibutuhkan untuk membangun sistem WebGIS. Ada dua buah versi yang MS4W yang dapat didownload, versi 1.x dan versi 2.x .Akan tetapi jika kita hendak menggunakan framework chameleon, lebih baik pilih MS4W versi 1.x (yang digunakan saat ini adalah versi 1.6) karena Chameleon belum mendukung secara sempurna PHP5 pada paket MS4W versi 2.x.

### **13.2.1.5 Mapfish**

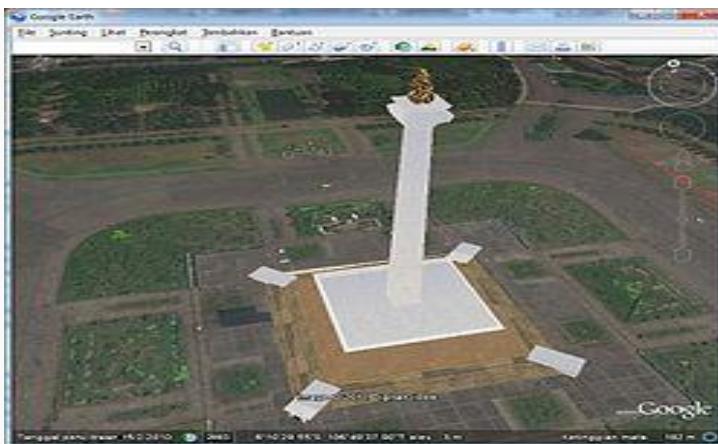
Mapfish adalah sebuah aplikasi web yang digunakan untuk pengembangan aplikasi geografis. mapfish memiliki dua komponen yaitu komponen server dan komponen client. Dapat digunakan dengan MapServer, GeoServer, atau apapun MapGuide pemetaan server yang dapat berkomunikasi dengan protokol buka seperti WMS WFS.

### 13.2.2 Google Earth

Google Earth merupakan sebuah program [globe virtual](#) yang sebenarnya disebut Earth Viewer dan dibuat oleh [Keyhole, Inc.](#). Program ini memetakan bumi dari [superimposisi](#) gambar yang dikumpulkan dari [pemetaan satelit](#), [fotografi udara](#) dan globe [GIS 3D](#). Tersedia dalam tiga lisensi berbeda: Google Earth, sebuah versi gratis dengan kemampuan terbatas; Google Earth Plus (\$20), yang memiliki fitur tambahan; dan Google Earth Pro (\$400 per tahun), yang digunakan untuk penggunaan komersial.

Awalnya dikenal sebagai Earth Viewer, Google Earth dikembangkan oleh [Keyhole, Inc.](#), sebuah perusahaan yang diambil alih oleh [Google](#) pada tahun [2004](#). Produk ini, kemudian diganti namanya menjadi Google Earth tahun 2005, dan sekarang tersedia untuk [komputer pribadi](#) yang menjalankan [Microsoft Windows](#) 2000, XP, atau [Vista](#), [Mac OS X](#) 10.3.9 dan ke atas, [Linux](#) (diluncurkan tanggal [12 Juni 2006](#)) dan [FreeBSD](#). Dengan tambahan untuk peluncuran sebuah klien berbasis update Keyhole, Google juga menambah pemetaan dari basis datanya ke perangkat lunak pemetaan berbasis web. Peluncuran Google Earth menyebabkan sebuah peningkatan lebih pada cakupan media mengenai [globevirtual](#) antara tahun [2005](#) dan [2006](#),<sup>[3]</sup> menarik perhatian publik mengenai teknologi dan aplikasi [geospasial](#).

Globe virtual ini memperlihatkan rumah, warna mobil, dan bahkan bayangan orang dan rambu jalan. Resolusi yang tersedia tergantung pada tempat yang dituju, tetapi kebanyakan daerah (kecuali beberapa pulau) dicakup dalam resolusi 15 meter.<sup>[4]</sup> [Las Vegas, Nevada](#) dan [Cambridge, Massachusetts](#) memiliki resolusi tertinggi, pada ketinggian 15 cm (6 inci). Google Earth membolehkan pengguna mencari alamat (untuk beberapa negara), memasukkan koordinat, atau menggunakan *mouse* untuk mencari lokasi.



Gambar 13.1. MONAS dilihat dengan 3D building salah satu fitur Google Earth

### 13.2.3. Mobile GIS

Teknologi GIS (*Geographic Information System*) mengalami perkembangan yang sangat pesat. Di antaranya adalah Mobile GIS di mana GIS yang tadinya hanya digunakan di dalam lingkungan kantor menjadi semakin fleksibel dan mampu digunakan di luar kantor secara *mobile*. Mobile GIS dapat digunakan untuk menangkap, menyimpan, *update*, manipulasi, analisa dan menampilkan informasi geografi secara mudah. Mobile GIS mengintegrasikan salah satu atau lebih teknologi berikut:

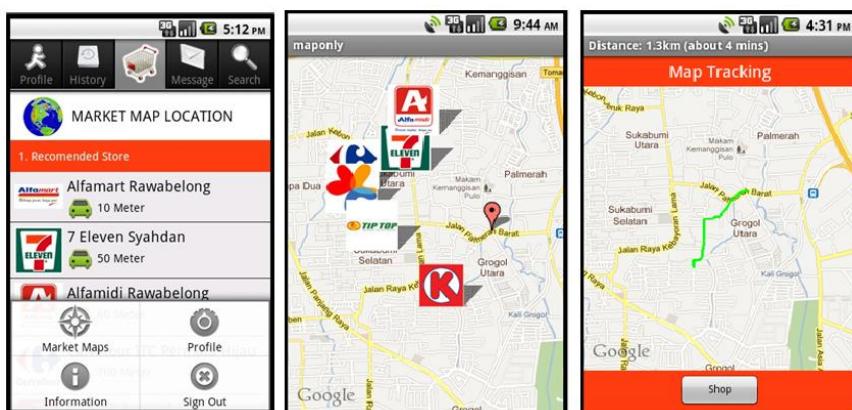
1. Perangkat *Mobile*
2. *Global Positioning System (GPS)*
3. *Wireless communication* untuk mengakses Internet GIS.

Biasanya proses pengumpulan dan editing data menghabiskan banyak waktu dan sering terjadi kesalahan. Data *geographic* biasanya diperoleh dari lapangan melalui lembaran-lembaran peta. Proses editing dilakukan secara manual dengan cara memasukkannya kedalam *database* GIS. Hasilnya data menjadi tidak *up-to-date* dan tidak akurat.

Dengan teknologi Mobile GIS memungkinkan GIS dapat langsung diimplementasikan di lapangan sebagai peta digital, mobile computer sehingga informasi dapat ditambahkan secara *real time* ke database dan aplikasinya, mempercepat analisis, display, dan pengambilan keputusan dengan data yang *uptodate* dan akurat.

Pemadam kebakaran, kepolisian, *engineering*, *surveyor*, tentara, pekerja sensus, biologist, dan lainnya adalah pengguna yang paling tepat bagi Mobile GIS. Mobile GIS dapat digunakan untuk hal-hal seperti berikut :

1. Pemetaan Lapangan: Membuat, edit, dan penggunaan peta dilapangan
2. Inventori Asset: Membuat dan maintain lokasi inventori asset dan informasi lainnya.
3. Inspeksi : Mengelola *digital record* seperti *legal code* dan *ticketing*.
4. Laporan Kecelakaan: Dokumentasi lokasi dan keadaan pada sebuah kejadian untuk mengambil tindakan atau pelaporan
5. GIS analis dan pengambilan keputusan: Melakukan pengukuran, *buffering*, *geoprocessing*, dan analisis GIS lainnya.



Gambar 13.2. Aplikasi mobile GIS untuk aplikasi E-Market

### **13.2.4. SIG di Dunia Perbankan**

SIG merupakan sistem informasi berdasarkan referensi geografi dan bersifat keruangan dan dapat digunakan untuk menyimpan, mengelola, dan menampilkan informasi di dalam sebuah *database*. Seiring dengan perkembangan pesat dibidang teknologi informasi, saat ini GIS telah mampu mendorong pemamfaatan yang luas di berbagai bidang ilmu lingkungan, ilmu ekonomi, ilmu kesehatan dan bahkan telah dimanfaatkan oleh militer.

Beberapa contoh aplikasi penggunaan SIG adalah sebagai berikut:

1. Pengelolaan Fasilitas: Peta skala besar, *network analysis*, biasanya digunakan untuk pengolaan fasilitas kota. Contoh aplikasinya adalah penempatan pipa dan kabel bawah tanah, perencanaan fasilitas perawatan, pelayanan jaringan telekomunikasi
2. Pengolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Untuk tujuan ini pada umumnya digunakan citra satelit, citra Landsat yang digabungankan dengan foto udara, dengan teknik *overlay*. Contoh aplikasinya adalah studi kelayakan untuk tanamanperanian, pengelolaan hutan dan analisis dampak lingkungan
3. Bidang Transportasi: Untuk fungsi ini digunakan peta skala besar dan menengah dan analisis keruangan, terutama untuk manajemen transit perencanaan rute, pengiriman teknisi, analisa pelayanan, penanganan pemasaran dan sebagainya.
4. Jaringan telekomunikasi: GIS digunakan untuk memtakan Sentral. MDF (*Main Distribution Point*), kabel primer, Rumah Kabel, kabel Sekunder, Daerah Catu Langsung dan seterusnya sampai ke pelanggan. Dengan GIS kerusakan yang terjadi dapat segera diketahui.

5. Sistem Informasi Lahan: Untuk keperluan ini yang digunakan adalah peta kadastral skala besar atau peta persil tanah dan analisis keruangan untuk informasi kadastral pajak.

Kemudian seiring dengan kemajuan sistem informasi teknologi tersebut, aplikasi GIS dalam industri perbankan semakin penting karena minimal terdapat dua sisi keuntungan (*benefit*) yang dapat diperoleh dengan menggunakan GIS yaitu benefit untuk nasabah maupun untuk Bank.

**Benefit Nasabah:**

- 1) Memudahkan untuk mencari lokasi kantor operasional bank
- 2) Memudahkan untuk mencari fasilitas ATM terdekat
- 3) Apabila dihubungkan dengan sistem antrian, sehingga nasabah dapat mengetahui antrian di bank yang akan dituju.
- 4) Informasi lokasi agunan yang dijual. Informasi yang dapat dimasukkan dalam basisdata SIG untuk nasabah antara lain, rute jalan terdekat untuk mencapai lokasi kantor atau ATM.

**Benefit Bank:**

- 1) Dapat memasukkan dan mengupdate informasi potensi bisnis pada wilayah kerjanya
- 2) Memudahkan untuk monitor jaringan ATM
- 3) Dapat digunakan untuk memetakan kinerja perusahaan pada tiap-tiap unit kerja.
- 4) Monitor peta kekuatan dan kinerja pekerja pada tiap-tiap unit kerja
- 5) Mengetahui kekuatan masing-masing produk
- 6) Untuk memudahkan menentukan lokasi ATM atau kantor cabang baru
- 7) Penentuan harga/ *appraisal* untuk agunan
- 8) Analisis kompetitor.

Contoh informasi potensi bisnis yang dapat digunakan untuk internal perusahaan (bank) melalui sebuah SIG antara lain adalah:

1. Mengetahui informasi jumlah penduduk yang potensial di wilayah kerja bank berdasarkan masing-masing jenis produk yang dijual di bank tersebut,
2. Mengetahui Jumlah kantor/perusahaan di wilayah tersebut.
3. Monitoring ATM: ATM dapat dihubungkan dengan jaringan ATM, sehingga dapat digunakan untuk memantau jumlah ketersediaan uang dalam mesin ATM. Untuk penentuan lokasi pendirian kantor cabang atau pemasangan ATM baru, GIS dapat mengetahui jarak terhadap fasilitas bank terdekat dan dapat disesuaikan dengan potensi yang ada.

Dapat disimpulkan bahwa perkembangan yang sangat pesat dalam bidang SIG, turut mempercepat perkembangan teknologi informasi yang diaplikasikan dalam dunia perbankan. Hal ini pada akhirnya akan memudahkan nasabah dalam bertransaksi serta memperoleh informasi perbankan secara terintegrasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- A.Longley, Paul, Michael F. Goodchild, David J Maguire, and David W. Rhind. 2001.*Geographic Information System and Science*. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd
- AnsariadidanAlimuddin, 2009.*Spatial Analysis for Several Important Diseases Health Service in South Sulawesi; Experiences Using GIS Methods*. Australia: Charles Darwin University Press
- Babu DSS, Prasad BKJ, Rajeev VS. 1999. *A Terrain Evaluation Using Remote Sensing and GIS – Case Study of Neyyar Wild Life Sanctuary, Kerala*. Photonirvachak, Journal of the Indian Society of Remote Sensing 27 : 253-267
- Barney, Blaise. 2007. *Introduction to Parallel Computing*. California : Lawrence Livermore National Laboratory.
- Chang, Kang-Tsung.2007.*Introduction to Geographic Information Systems*. New York: McGraw-Hill.
- David J. Buckley. 1997. *Principal GIS*.Innovative GIS Solutions, Inc.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2006. ESRI.Com. [www.esri.com](http://www.esri.com) (accessed March 12, 2007).
- Economic and Social Comminssion for Asia and the Pasific. 1996. *Manual on GIS for Planner and Decision Makers*. New York: United Nations.
- Gumelar, Dhani. 2004.*Implementasi Kelompok Data Dasar dalam Penentuan Kawasan Lindung (Studi Kasus Pembangunan IDSD Provinsi Jawa Barat)*. Bandung: Tesis Magister, Bidang Geomatika, Program Magister Teknik Geodesi, Institut Teknologi Bandung.
- Heywood. Ian, Cornelius. Sarah, Steve Carver. Steve. 2011. *An Introduction to Geographical Information Systems. (4<sup>th</sup> edition)*. Pearson Education Limited. London.

- Muhally.D,Hakim. 1996.*Laporan Akhir Ahli Basis Data*, Proyek LREP II, Bakosurtanal, Cibinong-Bogor.
- Pardede, F.A. (2010) *Pemanfaatan Teknologi Sistem Informasi Geografis Untuk Menunjang Pembangunan Daerah*. Universitas Budi Luhur.
- Prahasta, Eddy. 2001.*Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Informatika.
- Radjabifard, Abbas. 2001. *SDI Hierarchy, from Local to Global SDI Initiatives*. Melbourne, Victoria: Spatial Data Research Group, Departement of Geomatics. The University of Melbourne.
- Rajabifard, Abbas, and I.P. Williamson. 2000a. "Spatial Data Infrastructures : Concept, SDI Hierarchy and Future Directions." Melbourne, Victoria: Spatial Data Research Group, Department of Geomatics, The University of Melbourne.
- Sun,Qinghui, Tianhe Chi, XiaoliWang, and DaweiZhong. 2005.*Design of Middleware Based Grid GIS*. Beijing : Inst. of Remote Sensing Applications.
- Sylviawati, V.A., (1994) *Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Model Simulasi Analisis Kebakaran Hutan Tanaman Industri dengan Arc*. Skripsi, Teknik Geodesi-ITB.
- Williamson, Chan T.O. 1997. *Definition of GIS: The manager's perspective..*Hongkong : International Workshop on Dynamic and Multi-Dimensional GIS.
- Wulan. 2002*Methodology for Selection of Framework Data: Case Study for NSDI in China*. Enschede: Thesis Degree of Master of Science in Geo-Information Management, International Institute of Geo-Information and earth Observation (ITC).

## **Soal Latihan Bab 8 - Bab 13**

- 1) Gambarkan secara skematis dan jelaskan tahapan pengembangan SIG dengan menggunakan *prototyping model*.
- 2) Gambarkan secara skematis dan jelaskan tahapan pengembangan SIG dengan menggunakan *waterfall model*
- 3) Sebutkan dan jelaskan manfaat GANTT Chart sebagai alat bantu dalam manajemen proyek.
- 4) Sebutkan dan jelaskan manfaat PERT Chart sebagai alat bantu dalam manajemen proyek.
- 5) Jelaskan pengertian dan berikan contoh apa yang dimaksud dengan *Rich Picture*.
- 6) Jelaskan pengertian dan berikan contoh apa yang dimaksud dengan *Root Definition*.
- 7) Apa yang dimaksud dengan pemodelan? dan sebutkan dua langkah utama dalam pemodelan.
- 8) Sebutkan dan jelaskan empat tahapan dalam pengembangan model kartografi menurut Burrough, 1986.
- 9) Apa yang dimaksud dengan *Cartographic Modeling*? beri contoh dalam bentuk Ilustrasi/ Gambar.
- 10) Sebutkan tahapan dan fokus utama pengujian internal pada implementasi desain SIG.
- 11) Sebutkan empat prediksi konseptual dan teknikal pada SIG sebagaimana dikemukakan oleh Rhind, 1992.
- 12) Sebutkan empat prediksi yang berhubungan dengan data pada SIG sebagaimana dikemukakan oleh Rhind, 1992.
- 13) Jelaskan tahapan pengolahan data spasial pada *computer system* baik data kartografis maupun data citra satelit hubungannya dengan konsep *real world*.
- 14) Jelaskan apa yang dimaksud resolusi dan generalisasi pada sumberdata SIG dan jelaskan pengaruhnya pada kualitas hasil sebuah SIG.

- 15) Salah satu sumber kesalahan dalam SIG adalah berasal dari sumber data SIG itu sendiri. Jelaskan yang dimaksud dengan kesalahan berasal dari sumber data baik sumber data kartografi maupun *satelite imagery*.
- 16) Sebutkan dan jelaskan perbedaan mendasar dari *Corporate GIS*, *Multi-Department GIS* dan *Independent GIS*.
- 17) Jelaskan dan beri contoh perbedaan mendasar dari model basisdata relational dan object-oriented pada SIG.

## **BAB 14**

### **APLIKASI SIG BERBASIS DESKTOP**

**Studi Kasus: Pengembangan SIG untuk Penentuan Lokasi Ideal Gerai Indomaret di Wilayah Jakarta Barat**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa diharapkan mengenal dan memahami salah satu aplikasi SIG yang berbasis desktop khususnya untuk penentuan lokasi gerai Indomaret di wilayah Jakarta Barat.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami permasalahan mengenai usaha retail dan metode tradisional dalam penilaian kelayakan lokasi gerai baru
- Mahasiswa memahami metodologi pengembangan aplikasi termasuk kebutuhan data dan tahapan perancangan
- Mahasiswa memahami salah satu aplikasi SIG yang berbasis desktop khususnya untuk penentuan lokasi gerai baru retail Indomaret
- Mahasiswa memahami penggunaan analisa spasial pada aplikasi yang berbasis desktop terutama penggunaan *buffer* dan *overlay*.

#### **14.1. Pendahuluan**

Indomaret merupakan jaringan *minimarket* yang menyediakan kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari dengan luas penjualan kurang dari 200 M<sup>2</sup> dan dikelola oleh PT Indomarco Prismatama, cikal bakal pembukaan Indomaret di Kalimantan dan toko pertama dibuka di Ancol, Jakarta Utara. Tahun 1997 perusahaan ini mengembangkan bisnis gerai waralaba

pertama di Indonesia, setelah Indomaret teruji dengan lebih dari 230 gerai. Pada Mei 2003 Indomaret meraih penghargaan “Perusahaan Waralaba 2003” dari Presiden Megawati Soekarnoputri.

Hingga Desember 2010 Indomaret mencapai 4955 gerai. Dari total itu 3058 gerai adalah milik sendiri dan sisanya 1897 gerai waralaba milik masyarakat, yang tersebar di kota-kota di Jabotabek, Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Jogjakarta, Bali dan Lampung. Di DKI Jakarta terdapat sekitar 488 gerai.

Indomaret berencana mengembangkan usahanya dengan cara membuka gerai baru yang lebih strategis sehingga pemanfaatan lahan yang terbatas di tiap daerah menjadi lebih maksimal. Indomaret menambahkan kriteria-kriteria untuk lokasi gerai barunya seperti jarak antara gerai Indomaret yang satu dan lainnya tidak boleh berdekatan, jarak gerai Indomaret dengan jalan utama tidak boleh terlalu jauh, lokasi gerai Indomaret harus disesuaikan dengan tingkat kepadatan penduduk.

Saat ini Indomaret masih menggunakan cara manual untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai kelayakan lokasi barunya yaitu dengan cara mengamati kondisi gerai Indomaret terdekat dan survey ke lokasi secara langsung. Hal ini tentu saja membutuhkan tenaga dan waktu yang lama sebelum pihak Indomaret dapat memastikan kelayakan suatu lokasi untuk membuka gerainya dikarenakan kurangnya informasi yang akurat mengenai lokasi tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem informasi geografis untuk menyediakan informasi-informasi tersebut, di mana sistem informasi geografis berisi data akurat yang didapat dari survei menyeluruh suatu daerah sehingga tidak perlu lagi melakukan survei berulang kali ke suatu daerah sehingga pihak Indomaret dapat menghemat tenaga dan waktu dalam mengambil keputusan.

Lingkup analisa yang dilakukan meliputi analisa, perancangan dan pengembangan sistem geografis yang menampilkan lokasi gerai Indomaret yang sudah ada di wilayah Jakarta Barat, menampilkan tingkat kepadatan penduduk tiap kelurahan dan lahan terpakai sebagai bahan analisa untuk penentuan lokasi ideal gerai Indomaret di wilayah Jakarta Barat. Sistem informasi geografis ini juga menginformasikan dan memvisualisasikan lokasi sebaran gerai pesaing yang berada di wilayah Jakarta Barat yaitu Alfamart, Starmart dan Circle K selain dapat digunakan untuk analisa spasial untuk menentukan lokasi ideal gerai Indomaret baru.

Tujuan utama penelitian adalah membangun sistem informasi geografis yang dapat membantu Indomaret untuk melihat persebaran gerai Indomaret di wilayah Jakarta Barat serta dapat membantu dalam menentukan lokasi yang strategis untuk membuka gerai yang baru.

Manfaat yang diperoleh dari sistem informasi ini adalah meningkatkan efektifitas perencanaan pembangunan gerai-gerai Indomaret khususnya di wilayah Jakarta Barat dan mempercepat kinerja Indomaret dalam menganalisa lokasi terbaik untuk pembangunan gerai baru.

## 14.2. Metode Penelitian

Sopiah dan Syihabudhin (2008) dalam bukunya menyebut penjualan eceran dengan istilah “*retailing*”. Semula, *retailing* berarti memotong kembali menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Perdagangan eceran bisa didefinisikan sebagai suatu kegiatan menjual barang dan jasa kepada konsumen akhir. Perdagangan eceran adalah mata rantai terakhir dalam penyaluran barang dari produsen sampai kepada konsumen. Sementara itu, pedagang eceran adalah orang-orang atau toko yang pekerjaan utamanya adalah mengecerkan barang. Kata ritel berasal dari bahasa Perancis,

*ritellier*, yang berarti memotong atau memecah sesuatu. Usaha ritel atau eceran (*retailing*) dapat dipahami sebagai semua kegiatan yang terlibat dalam penjualan barang atau jasa secara langsung kepada konsumen akhir untuk penggunaan pribadi dan penggunaan bisnis.

Whidya (2006) menggambarkan ritel sebagai perangkat dari aktivitas-aktivitas bisnis yang melakukan penambahan nilai terhadap produk-produk dan layanan penjualan kepada para konsumen untuk penggunaan atau konsumsi perseorangan maupun keluarga. Seringkali orang-orang beranggapan bahwa ritel hanya menjual produk-produk di toko. Ritel juga melibatkan layanan jasa, seperti jasa layanan antar (*delivery service*) ke rumah-rumah. Kegiatan yang dilakukan dalam bisnis ritel adalah menjual berbagai produk, jasa, atau keduanya, kepada konsumen untuk keperluan konsumsi pribadi maupun bersama. Para peritel berupaya memuaskan kebutuhan konsumen dengan mencari kesesuaian antara barang-barang yang dimilikinya dengan harga, tempat dan waktu yang diinginkan pelanggan. Ritel juga menyediakan pasar bagi para produsen untuk menjual produk-produk mereka.

Menurut Ma'aruf (2005) peritel atau pengecer adalah pengusaha yang menjual barang atau jasa secara eceran kepada masyarakat sebagai konsumen. Peritel perorangan atau peritel kecil memiliki jumlah gerai bervariasi, mulai dari satu gerai hingga beberapa gerai. Gerai dalam segala bentuknya berfungsi sebagai tempat pembelian barang dan jasa, yaitu dalam arti konsumen datang ke gerai untuk melakukan transaksi berbelanja dan membawa pulang barang atau menikmati jasa. Gerai-gerai dari peritel kecil terdiri atas dua macam, yaitu gerai modern dan gerai tradisional. Peritel besar adalah peritel berbentuk perusahaan yang melakukan kegiatan perdagangan ritel dalam skala besar, baik dalam arti gerai besar maupun dalam arti mempunyai gerai besar dan sekaligus gerai kecil. Perusahaan perdagangan ritel dapat

memiliki format bervariasi dari yang terbesar hingga yang terkecil atau *minimarket*.

Lokasi adalah faktor yang sangat penting dalam bauran pemasaran ritel (*retail marketing mix*), pada lokasi yang tepat, sebuah gerai akan lebih sukses di banding gerai lainnya yang berlokasi kurang strategis, meskipun keduanya menjual produk yang sama, oleh pramuniaga yang sama banyak dan terampil, dan sama-sama punya setting atau *ambience* yang bagus.

Sebelum suatu toko atau pusat perbelanjaan didirikan, langkah pertama adalah mempelajari suatu area agar investasi yang ditanamkan dapat menguntungkan. Area perdagangan adalah suatu wilayah di mana beberapa perusahaan menjual barang atau jasa secara menguntungkan, luas suatu *trading area* dapat bervariasi pada jenis gerai.

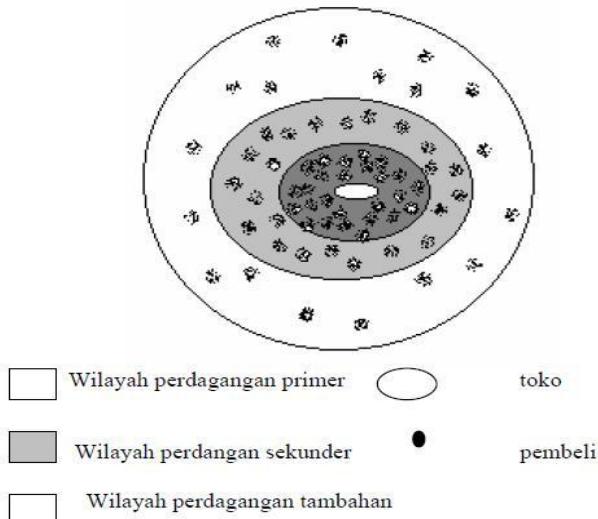
Keputusan mendirikan gerai besar atau kecil tergantung pada keadaan trading area yang dilayani. Suatu wilayah yang berpenduduk banyak yang berpenghasilan cukup besar adalah *trading area* yang menarik banyak pengecer. Sebaliknya, wilayah lain yang berpenghuni sedikit yang berpenghasilan tidak banyak adalah *trading area* yang kurang menarik karena hanya akan menunjukkan satu atau dua gerai ritel saja, wilayah yang dijadikan sebagai ajang penjualan oleh suatu toko dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu wilayah perdagangan utama, wilayah perdagangan sekunder, dan wilayah tambahan sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 14.1.

Informasi itu dipakai untuk memberi gambaran batas geografis tentang wilayah utama, sekunder dan wilayah tambahan. Informasi itu pula yang memberi gambaran seperti (Ma'aruf, 2005):

- a. Frekuensi orang-orang dari wilayah geografis yang berbeda melakukan belanja mereka.

- b. Besar belanja rata-rata pada toko oleh orang-orang yang berasal dari suatu wilayah tertentu dalam area perdagangan dimaksud.
- c. Konsentrasi kepemilikan kartu belanja

Sedangkan bagi toko berukuran menengah, wilayah perdagangan primer akan lebih kecil daripada wilayah perdagangan primer gerai besar. Toko kecil akan lebih terbatas lagi wilayah perdagangan primernya.



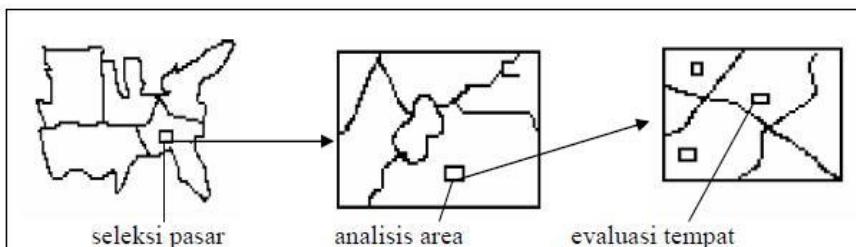
Gambar 14.1. Analisis Area Perdagangan  
(Hendry Ma’aruf, 2005)

Untuk membuka gerai di suatu lokasi baru, daftar berikut ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui potensi yang tersedia (Engel, 1995):

1. Besarnya populasi dan karakteristiknya: Jumlah penduduk dan kepadatan pada suatu wilayah menjadi faktor dalam mempertimbangkan suatu area perdagangan ritel.

2. Kedekatan dengan sumber pemasok: Pemasok mempunyai pengaruh pada peritel dalam hal kecepatan penyediaan, kualitas produk yang terjaga, biaya pengiriman, dan lain-lain.
3. Basis ekonomi: Industri daerah setempat, potensi pertumbuhan, fluktuasi karena faktor musiman, dan fasilitas keuangan di daerah sekitar yang harus diperhatikan peritel.
4. Ketersediaan tenaga kerja: Tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah pada semuatinngkat, yaitu *tingkat administrative dan lapangan* hingga *manajemen trainee* dan *manajerial*.
5. Situasi persaingan: Penting mengenali jumlah dan ukuran pada peritel di suatu wilayah.
6. Fasilitas promosi: Adanya media massa seperti surat kabar dan radio akanmemfasilitasi kegiatan promosi peritel. Ketersediaan lokasi toko: Faktor bagi suatu area perdagangan dan hal-hal yang terkait dengan lokasi adalah: jumlah lokasi dan jenisnya, akses pada masing-masing lokasi, peluang kepemilikan, pembatasan zona, perdagangan,dan biaya-biaya terkait.
7. Hukum dan peraturan: Hukum dan peraturan perlu di perhatikan khususnya jika terdapat perda atau peraturan daerah yang tidak terdapat di daerah lain.

Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam letak atau tempat gerai yang akan didirikan atau dibuka. Lalu lintas pejalan kaki, lalu lintas kendaraan, fasilitas parkir, trasportasi umum, komposisi toko, letak berdirinya gerai, penilaian keseluruhan. Untuk mendapatkan perkiraan potensi yang lebih akurat, diperlukan rumusan perhitungan yang spesifik (Ma'ruf, 2005).

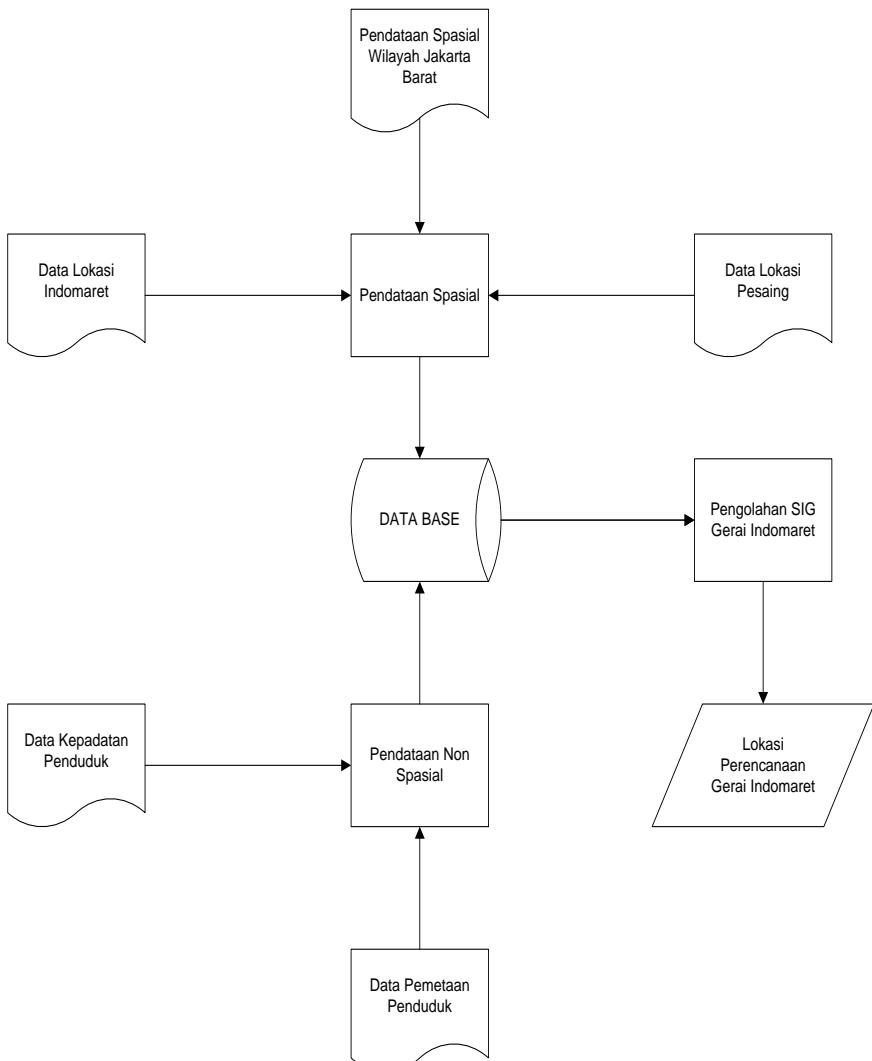


Gambar 14.2. Tiga Tingkat Analisis Spasial dan Menyeleksi Lokasi Pengecer (James F Engel, 1995)

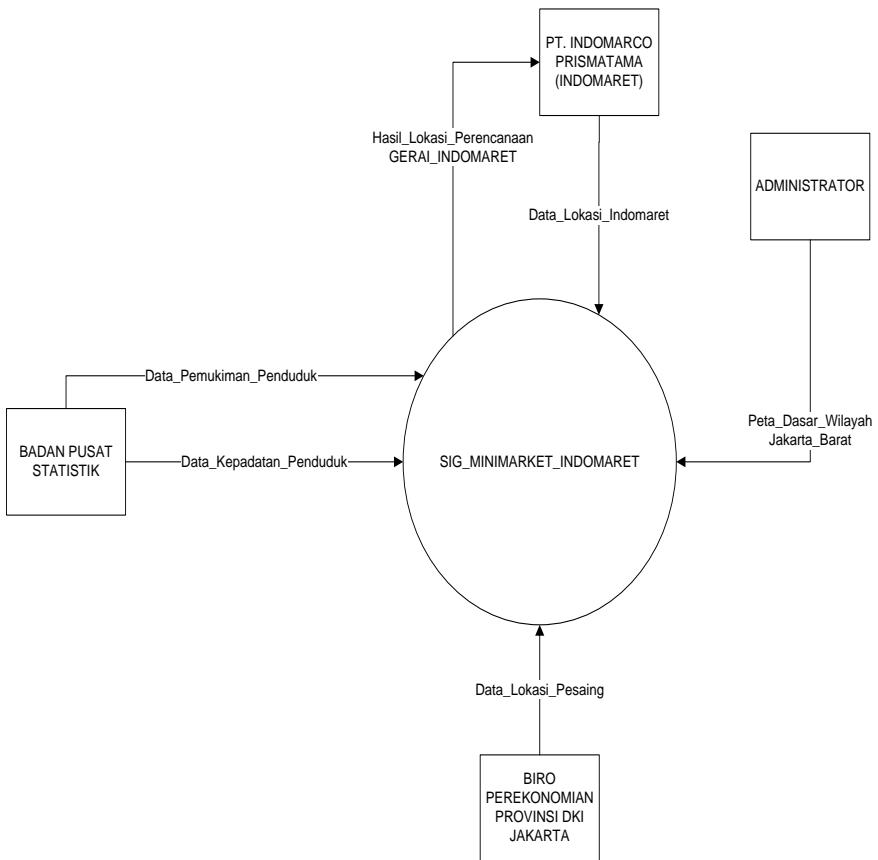
Metodologi penelitian yang digunakan meliputi teknik *fact finding, perancangan sistem dan studi kepustakaan*.

Teknik *fact finding* yang dilakukan adalah melakukan observasi langsung pada perusahaan yang dituju berupa *interview* kepada pihak Indomaret mengenai data dan permasalahan yang ada termasuk memahami masalah yang dihadapi perusahaan untuk mendapatkan pemecahan permasalahannya.

Metode perancangan merupakan metode yang melalui tahapan meliputi pembuatan *flowchart*, pembuatan *data flow diagram* (DFD), perancangan *database*, pembuatan *entity relationship diagram* (ERD), perancangan tampilan layar dan struktur hirarki menu dan pembuatan *state transition diagram* (STD). DFD, ERD dan tampilan layar rancangan dapat dilihat pada Gambar 14 (3, 4, 5 dan 6).

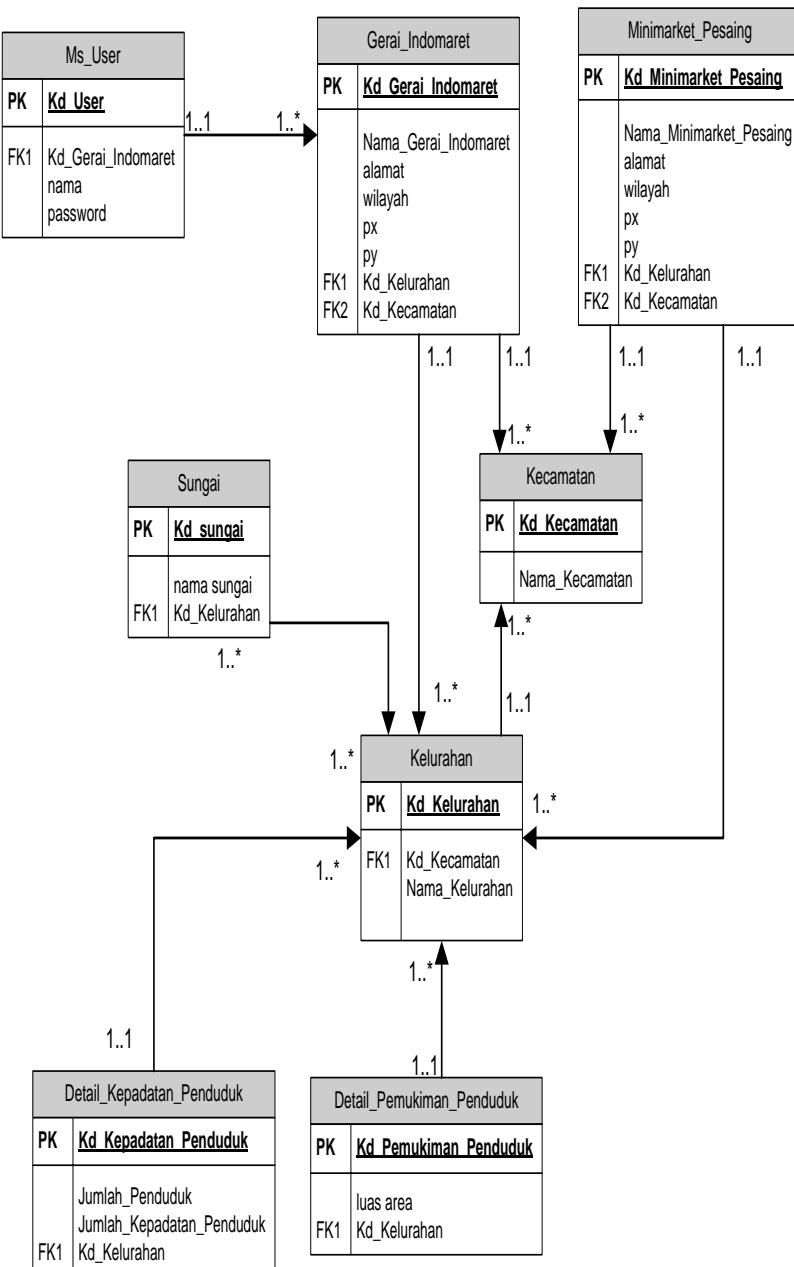


Gambar 14.3. *Flow chart* sistem

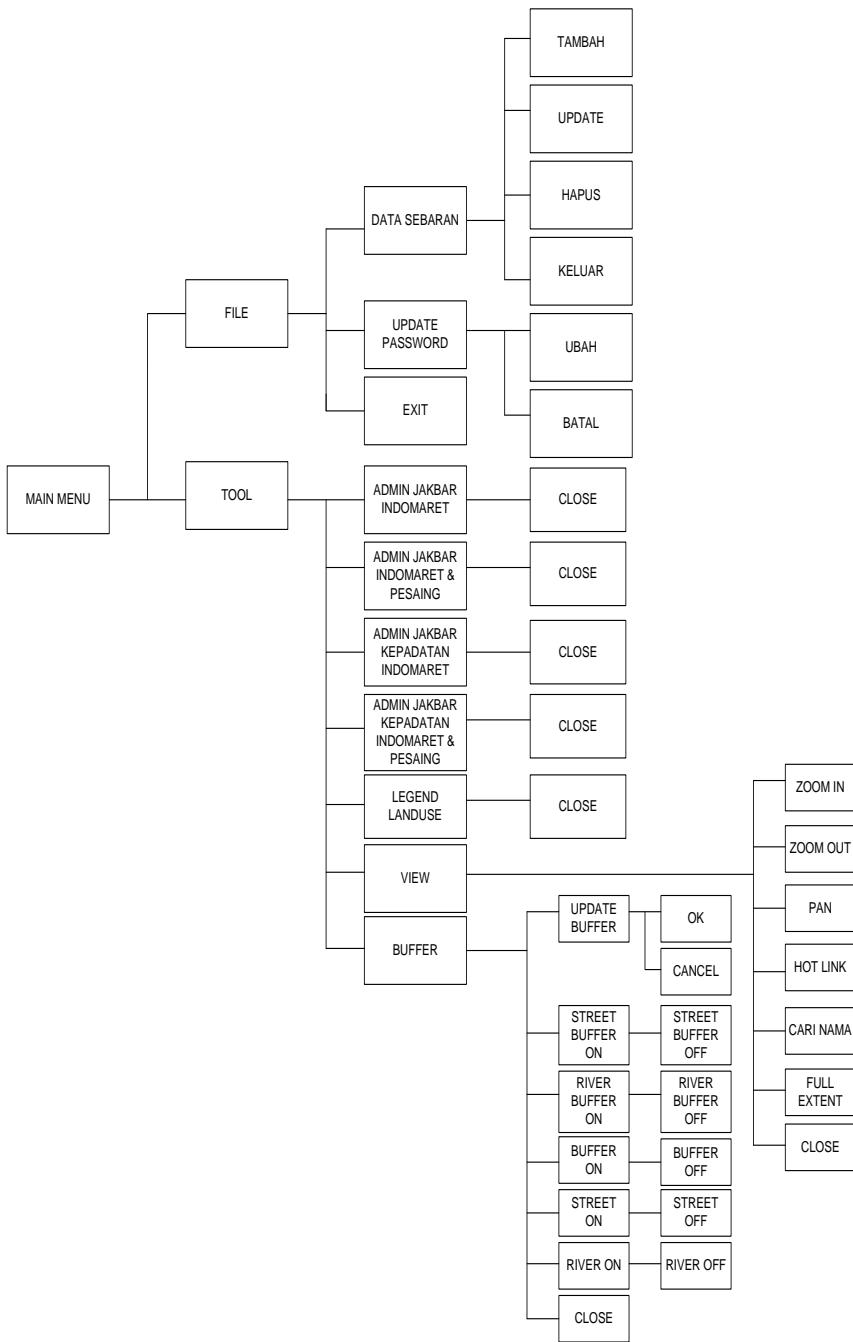


Gambar 14.4. Diagram konteks sistem

## Perancangan Database



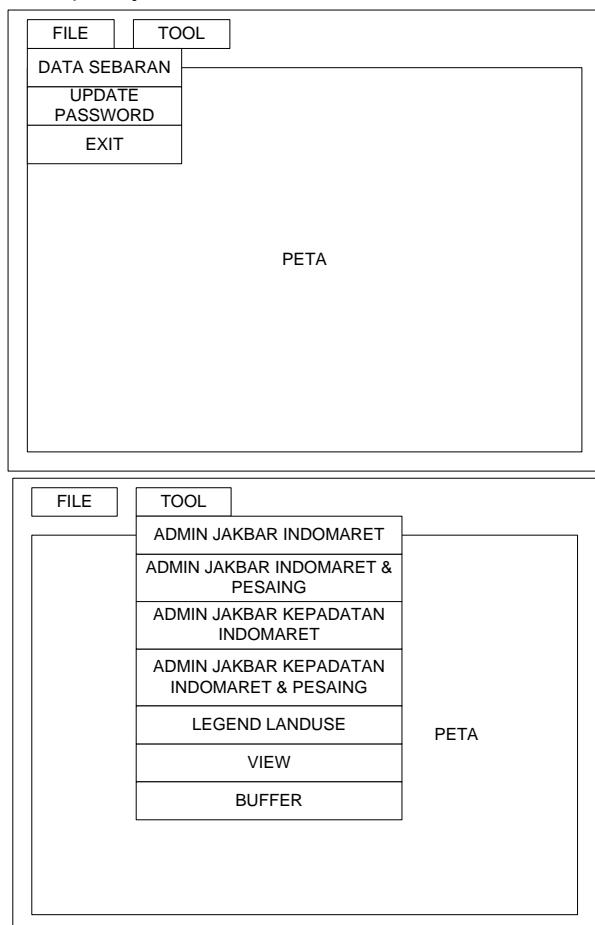
Gambar 14.5. Entity Relationship Diagram(ERD)



Gambar 14.6. Perancangan menu

Studi Kepustakaan merupakan tahap pengumpulan bahan-bahan yang berkaitan dengan topik yang dibuat sebagai dasar pelaksanaan dan perancangan sistem, studi ini mengumpulkan teori-teori dasar dalam perancangan sistem yang dibuat.

Pada layar halaman utama ditampilkan beberapa *submenu* di antaranya sub menu *file* dan sub menu *tool* di mana dari *submenu* ini akan berisi menu-menu yang lainnya. Pada layar halaman utama ini juga sudah menampilkan peta wilayah Jakarta Barat beserta *layernya*.

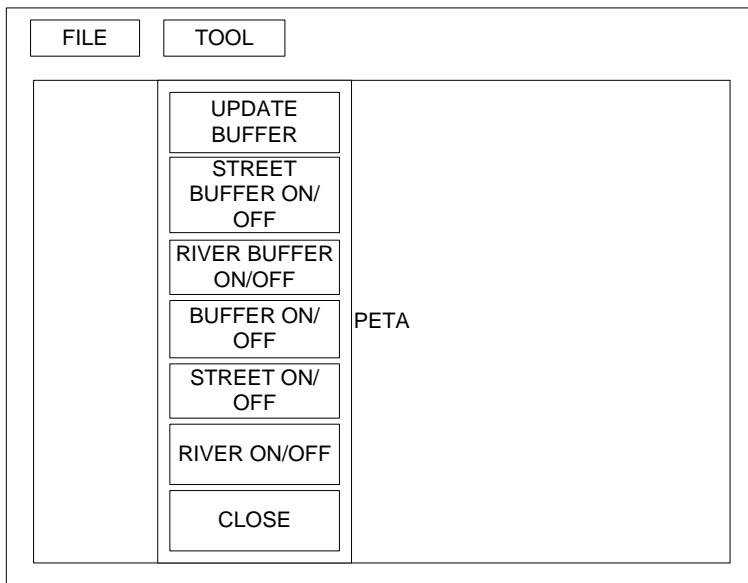


Gambar 14.7. Rancangan menu utama

Pada *Submenu File* ini berisi menu data sebaran, *update password*, *exit* yaitu menu yang berfungsi untuk melihat *database* gerai, mengubah *password*, dan keluar dari aplikasi. Pada *submenu tool* ini menampilkan menu admin Jakbar Indomaret, admin Jakbar Indomaret dan pesaing, admin Jakbar kepadatan Indomaret, Admin Jakbar kepadatan Indomaret dan pesaing, *legend landuse*, *view*, dan *buffer* yaitu menu yang berfungsi untuk menampilkan legenda dari *layer* admin Jakbar beserta memunculkan *layer* admin Jakbar, menampilkan legenda dari *layer landuse* beserta menampilkan *layer landuse*, serta menampilkan menu-menu pelengkap lainnya.

Pada *submenu* data sebaran ditampilkan menu tambah, *update*, hapus dan keluar yaitu menu yang berfungsi menambah, mengubah, maupun menghapus data gerai. Pada *submenu update password* ini menampilkan menu untuk mengubah *password* dari pengguna *name* yang telah dibuat.

Pada layar *submenu admin* Jakbar Indomaret ini memiliki *submenu close* untuk menutup legenda dari *admin* Jakbar Indomaret. Pada layar *submenu admin* Jakbar Indomaret dan pesaing ini memiliki *submenu close* untuk menutup legenda dari *admin* Jakbar Indomaret dan pesaing. Pada layar *submenu admin* Jakbar kepadatan Indomaret ini memiliki *submenu close* untuk menutup legenda dari *admin* Jakbar kepadatan Indomaret. Pada layar *submenu admin* Jakbar kepadatan Indomaret dan pesaing ini memiliki *submenu close* untuk menutup legenda dari *admin* Jakbar kepadatan Indomaret dan pesaing.



Gambar 14.8. Submenu, menu *buffer*

Submenu lain pada menu *tools* adalah *buffer*. Submenu *buffer* ini menampilkan menu *update buffer* yang berguna untuk mengubah batas maksimal *buffer* gerai minimarket, *street buffer*, *river buffer*, *buffer*, *street*, *river* yang berguna untuk menampilkan *buffer* dari jalan, sungai, gerai minimarket, dan juga menampilkan *layer* jalan dan sungai.

### 14.3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan *double click* pada icon *SIGIndomaret.exe* tersebut maka akan muncul layar *login pengguna* yang berfungsi sebagai *authentication* sehingga tidak sembarang orang dapat mengakses program aplikasi ini. Pengguna yang sudah memiliki hak akses dapat melakukan *login* dengan cara mengisikan *Username* dan *Password* yang sudah ada di dalam *database* lalu memilih tombol *Login*, apabila *pengguna* tidak jadi untuk menjalankan program, *user* dapat memilih tombol *Batal* (Gambar 14.9).



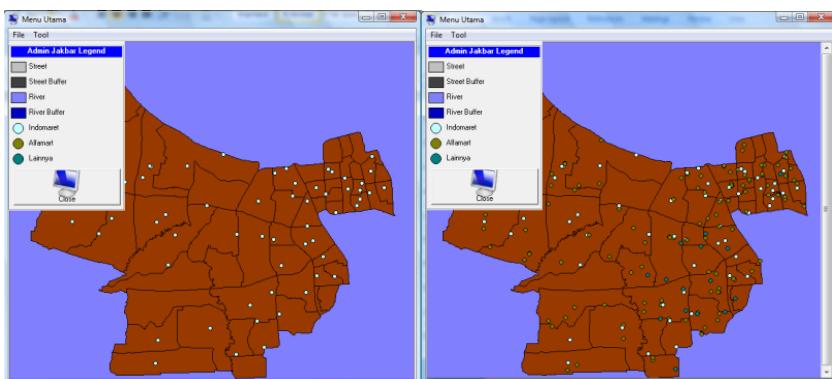
Gambar 14. 9. Layar Login Pengguna.

Hanya *pengguna* yang telah diberi hak akses yang tersimpan di dalam *database* yang dapat melakukan *login* aplikasi.

Apabila sukses melakukan *login* maka akan muncul layar menu utama yang menampilkan peta sebaran minimarket Indomaret di wilayah Jakarta Barat beserta legenda dari peta sebarannya dan batas administrasi dari wilayah Jakarta Barat tersebut. Indomaret ditandai dengan *point* berbentuk lingkaran berwarna biru muda dan legenda-legenda lain yang nantinya akan ditampilkan apabila dibutuhkan dalam proses analisa. Pada submenu *Admin Jakbar Indomaret* ini pengguna dapat melihat di kelurahan mana saja yang belum ada gerai Indomaret maupun yang sudah ada tetapi masih sedikit jumlahnya. Pada gambar 14.10 dapat dilihat bagaimana sistem menampilkan sebaran gerai Indomaret di wilayah Jakarta Barat. Pengguna dapat menganalisa di kelurahan mana saja yang sudah ada, belum ada maupun sedikit terdapat gerai Indomaret. Dengan menggunakan analisa ini, pengguna dapat

menentukan di mana lokasi ideal yang potensial untuk membangun gerai Indomaret yang baru yaitu dengan melihat di kelurahan mana saja yang belum ada maupun terdapat sedikit gerai Indomaret sehingga dapat menghindari persaingan antar gerai Indomaret.

Sistem juga dapat menampilkan sebaran pesaingnya di wilayah Jakarta Barat. Pengguna dapat menganalisa di kelurahan mana saja yang sudah ada, belum ada maupun sedikit terdapat gerai pesaing. Dengan menggunakan analisa ini pengguna dapat menentukan di mana lokasi ideal yang potensial untuk membangun gerai Indomaret yang baru yaitu dengan melihat di kelurahan mana saja yang sudah ada, belum ada maupun sedikit terdapat gerai pesaing sehingga dapat menghindari persaingan antara gerai Indomaret dan pesaingnya (Gambar 14.11).



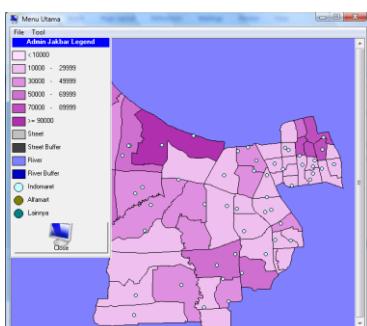
Gambar 14.10 Analisa berbasis kelurahan

Gambar 14.11 Sebaran pesaing

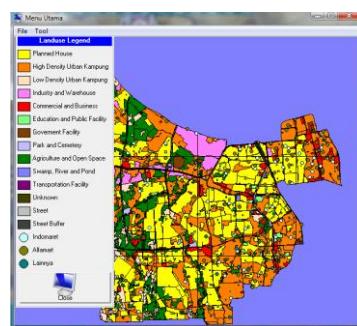
Sistem yang dikembangkan juga dapat menampilkan tingkat kepadatan penduduk di tiap kelurahan. Pengguna dapat menganalisa di kelurahan mana saja yang tingkat penduduknya rendah maupun tinggi yaitu dengan cara melihat klasifikasi warna. Warna ungu tua adalah kelurahan di mana kepadatan penduduknya tinggi dan warna ungu muda adalah kelurahan di mana kepadatan

penduduknya rendah. Dengan menggunakan analisa ini pengguna dapat menentukan di mana lokasi ideal yang potensial untuk membangun gerai Indomaret yang baru dengan melihat di kelurahan mana saja yang tingkat penduduknya tinggi sehingga kelurahan tersebut sangat berpotensial dan menguntungkan karena banyak penduduk yang tinggal di kelurahan tersebut dan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-harinya penduduk akan membutuhkan suatu minimarket yang terdapat tidak jauh dari tempat tinggal mereka masing-masing (Gambar 14.12).

Pada Gambar 14.13 dapat dilihat sistem menampilkan peta penggunaan lahan. Pengguna dapat menganalisa daerah mana saja yang terdapat rumah-rumah penduduk. Dengan menggunakan analisa ini pengguna dapat menentukan di mana lokasi ideal yang potensial untuk membangun gerai Indomaret yang baru dengan melihat di daerah mana saja yang terdapat banyak rumah penduduk sehingga pengguna dapat menentukan lokasi ideal untuk membangun gerai Indomaret yang baru adalah di sekitar daerah yang banyak rumah penduduknya karena penduduk lebih memilih untuk membeli kebutuhan hidup sehari-hari mereka di tempat yang tidak jauh dari tempat tinggal mereka.



Gambar 14.12 Analisa  
kepadatan penduduk

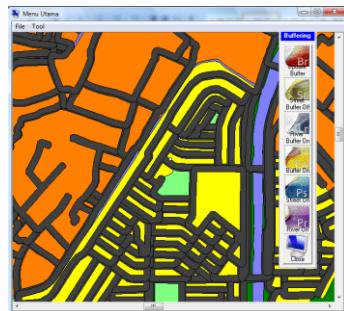


Gambar 14.13. Analisa  
panggunaan lahan

Pada gambar 14.14 merupakan tampilan di mana sistem melakukan analisa dengan cara *buffering*, yaitu melakukan analisa jarak dengan memperlebar suatu obyek. Obyek yang di-*buffering* disini adalah titik gerai Indomaret dan pesaing.



Gambar 14.14 Analisa dengan *buffering*



Gambar 14.15. Analisa dengan *buffering* untuk obyek jalan

Dengan menggunakan analisa ini pengguna dapat menentukan di mana lokasi ideal yang potensial untuk membangun gerai Indomaret yang baru dengan melihat di daerah mana saja yang jaraknya tidak berdekatan dengan minimarket Indomaret maupun dengan pesaingnya sehingga tidak terjadi persaingan memperebutkan pembeli antara Indomaret yang akan dibangun dengan Indomaret yang sudah ada begitu pula antara Indomaret yang akan dibangun dengan pesaing yang sudah ada.

Pada gambar 14.15 merupakan tampilan di mana sistem melakukan analisa dengan cara *buffering*, yaitu melakukan analisa jarak dengan memperlebar suatu obyek. Obyek yang di-*buffering* disini adalah jalan. Dengan menggunakan analisa ini pengguna dapat menentukan di mana lokasi ideal yang potensial untuk membangun gerai Indomaret yang baru dengan melihat di daerah mana saja yang jaraknya tidak berdekatan dengan jalan sehingga gerai Indomaret baru yang dibangun tidak berdekatan dengan jalan karena antara gerai Indomaret dan jalan harus ada jarak yang

nantinya akan dibuat untuk lahan parkiran di tiap gerai Indomaret sehingga para pembeli yang membawa kendaraan dapat dengan nyaman untuk berbelanja di gerai Indomaret tersebut.

Selama proses pengembangan hingga proses implementasi dari rancangan sistem ini ditemukan beberapa kekurangan dan kelebihan, untuk itu lewat evaluasi ini dijabarkan apa saja kekurangan dan kelebihan tersebut.

Kelebihan yang diperoleh dengan adanya sistem ini adalah pengidentifikasi obyek menjadi mudah dan jelas karena pengguna dapat membandingkan posisi obyek yang diamati dengan obyek lain sekitarnya. Sistem juga memudahkan untuk pencarian minimarket Indomaret dan minimarket pesaingnya. Perusahaan dapat menempatkan lahan baru untuk minimarket Indomaret yang baru di tempat yang sesuai dan efektif.

Tampilan antar muka yang dimiliki aplikasi ini masih memerlukan beberapa penyesuaian bagi *pengguna* antara lain belum ada data atributik yang rinci mengenai masing-masing minimarket Indomaret seperti nama pemilik, omset gerai, sistem belum dapat menampilkan rincian sejumlah data atribut seperti nama jalan dan nama kelurahan serta masih kurangnya data situasi tentang obyek seperti foto lokasi dan peta situasi.

## **KESIMPULAN**

Beberapa simpulan yang dapat dibuat dari penelitian pengembangan sistem ini adalah:

- 1) Sistem informasi geografis penentuan lokasi ideal gerai Indomaret di wilayah Jakarta Barat dapat digunakan untuk melihat persebaran gerai Indomaret hingga tingkat kelurahan beserta tingkat kepadatan penduduknya. Sistem menampilkan kelurahan mana saja yang belum ada gerai Indomaret maupun yang sudah ada tetapi masih sedikit jumlahnya.
- 2) SIG dapat menampilkan sebaran gerai pesaing juga dapat melakukan analisa jarak antar gerai Indomaret sendiri maupun dengan gerai pesaing.
- 3) SIG yang dikembangkan memiliki kemampuan untuk melakukan analisa jarak untuk memenuhi syarat sempadan bangunan seperti jarak antara bangunan dengan sungai sekurang-kurangnya 25 meter dan jarak antara bangunan dengan tepi jalan sekurang-kurangnya 10 meter.
- 4) Pemanfaatan SIG pada aplikasi ini dapat membantu pengambilan keputusan dalam menentukan lokasi perencanaan gerai baru.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ma'aruf, Hendri. (2005). *Sukses Usaha Ritel*. PT. Jurnalindo Aksara Grafika, Jakarta.
- Mulyono,Sri,(2007),*Pengertian Sistem Informasi*,<http://media.diknas.go.id/media/document/4496.pdf>.
- Sopiah dan Syihabudhin. (2008). *Manajemen Bisnis Ritel*, Edisi 1. CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Whidya Utami, Christina. (2006). *Manajemen Ritel:Strategi dan Implementasi Ritel Modern*. Salemba Empat, Jakarta.

## **BAB 15**

### **APLIKASI SIG BERBASIS WEB**

**Studi Kasus: Pengembangan SIG Pada *Platform Google* Untuk Penanggulangan Kebakaran di Jakarta Selatan**

#### **Tujuan Instruksional Umum**

- Setelah mempelajari Bab ini, mahasiswa mengenal, memahami dan dapat mengimplementasikan pengembangan aplikasi SIG yang berbasis web khususnya pada penanggulangan kebakaran.

#### **Tujuan Instruksional Khusus:**

- Mahasiswa memahami permasalahan kebakaran di Jakarta Selatan dan Peran SIG dalam aktivitas penanggulangannya
- Mahasiswa memahami metodologi pengembangan aplikasi termasuk kebutuhan data dan tahapan perancangan
- Mahasiswa memahami salah satu aplikasi SIG yang berbasis web khususnya yang di integrasikan dengan aplikasi google map
- Mahasiswa memahami penggunaan analisa spasial pada aplikasi yang berbasis web terutama pengukuran panjang, pengukuran luas area serta pencarian entitas geografis tertentu.

#### **15.1. Pendahuluan**

Jakarta Selatan merupakan bagian dari ibu kota DKI Jakarta yang menunjang aktivitas di ibu kota negara ini. Di wilayah ini banyak obyek ataupun tempat-tempat yang strategis untuk berbagai macam sentra bidang sebagai penunjang ibu kota negara. Seperti sentra ekonomi, bisnis, hiburan, pendidikan dan pemerintahan.

Banyaknya tempat-tempat strategis tersebut, ditambah lagi dengan tingginya tingkat kepadatan penduduk, mengakibatkan kemungkinan terjadinya hambatan ataupun hal-hal yang tidak diinginkan. Seperti tindakan kejahatan, banjir, kemacetan dan lain sebagainya. Tak ketinggalan pula bencana kebakaran yang dapat terjadi setiap saat.

Dinas Kebakaran DKI Jakarta mencatat bahwa semenjak awal bulan Januari 2009 hingga Maret 2011 telah terjadi 174 kali peristiwa kebakaran di wilayah DKI Jakarta, dengan perkiraan kerugian material sebesar Rp. 29.983.330.000-. dan tidak sedikit pula warga yang telah menjadi korban akibat penanganan serta evakuasi yang terlambat (Pemerintah DKI Jakarta, 2011).

Usaha penanganan kebakaran sangatlah berhubungan dengan berbagai macam aspek pendukung seperti letak pos pemadam kebakaran, *hydrant*, kantor polisi, rumah sakit, sumber air dan sebagainya. Dengan mengetahui letak posisi aspek pendukung diatas, maka proses penanganan bahaya kebakaran akan lebih cepat dilakukan dan meminimalisir jumlah korban serta kerugian yang ditimbulkan oleh bencana tersebut.

Dengan adanya kemungkinan hambatan khususnya bencana kebakaran, maka suku dinas pemadam kebakaran Jakarta Selatan merasa perlu adanya sebuah sistem yang dapat membantu penanganan dan penanggulangan bencana kebakaran yang berbasis ruang (*spatial*). Sistem ini haruslah merupakan sistem yang tepat untuk memecahkan permasalahan yang ada saat ini.

Dengan menggunakan sistem teknologi informasi yang ada saat ini, khususnya sistem informasi yang berbasis keruangan (geografis), suku dinas pemadam kebakaran diharapkan dapat meminimalisir dampak dari kebakaran. Selain digunakan untuk penanganan kebakaran, sistem informasi geografis dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisis pengembangan penempatan pos

pemadam kebakaran ataupun *hydrant* baru untuk mendukung upaya penanganan apabila suatu saat terjadi bencana kebakaran.

## **15.2. Tujuan Pengembangan**

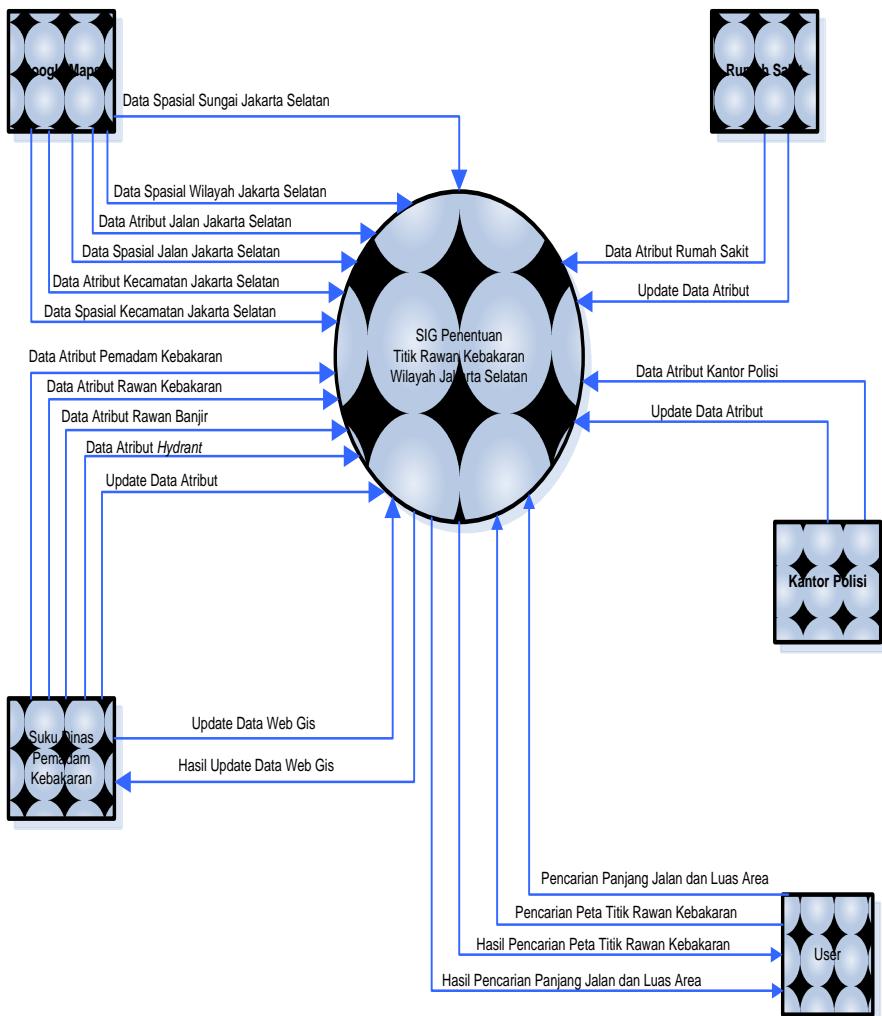
Kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi geografis (SIG) pada *platform* google mengenai letak posisi daerah rawan kebakaran di wilayah Jakarta Selatan beserta titik-titik pendukung penanggulangan dan juga sebagai alat analisis untuk pengembangan dan penambahan komponen pendukung dalam penanganan dan penanggulangan bencana kebakaran.

## **15.3. Metodologi**

### **15.3.1. Data Dan Basisdata**

Implementasi sistem menggunakan data spasial maupun data non-spasial yang berasal dari berbagai instansi. Data spasial yang berupa peta dasar diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data non spasial utama yang berupa data attribut seperti data pemadam kebakaran, daerah rawan kebakaran, daerah rawan banjir dan *hydrant* diperoleh dari Suku Dinas Pemadam Kebakaran Jakarta Selatan. Data penunjang seperti attribut rumah sakit diperoleh dari Dinas kesehatan dan attribut kantor polisi diperoleh dari kepolisian resort (POLRES) Jakarta Selatan. Seluruh data diintegrasikan dalam suatu sistem basisdata yang menggabungkan basisdata Google Map dan basisdata yang bersumber dari berbagai instansi (Gambar 15.1).

Adapun hubungan antara data dalam sistem basisdata SIG yang dikembangkan adalah sebagaimana dapat dilihat pada entity relationship diagram (ERD) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 15.2.



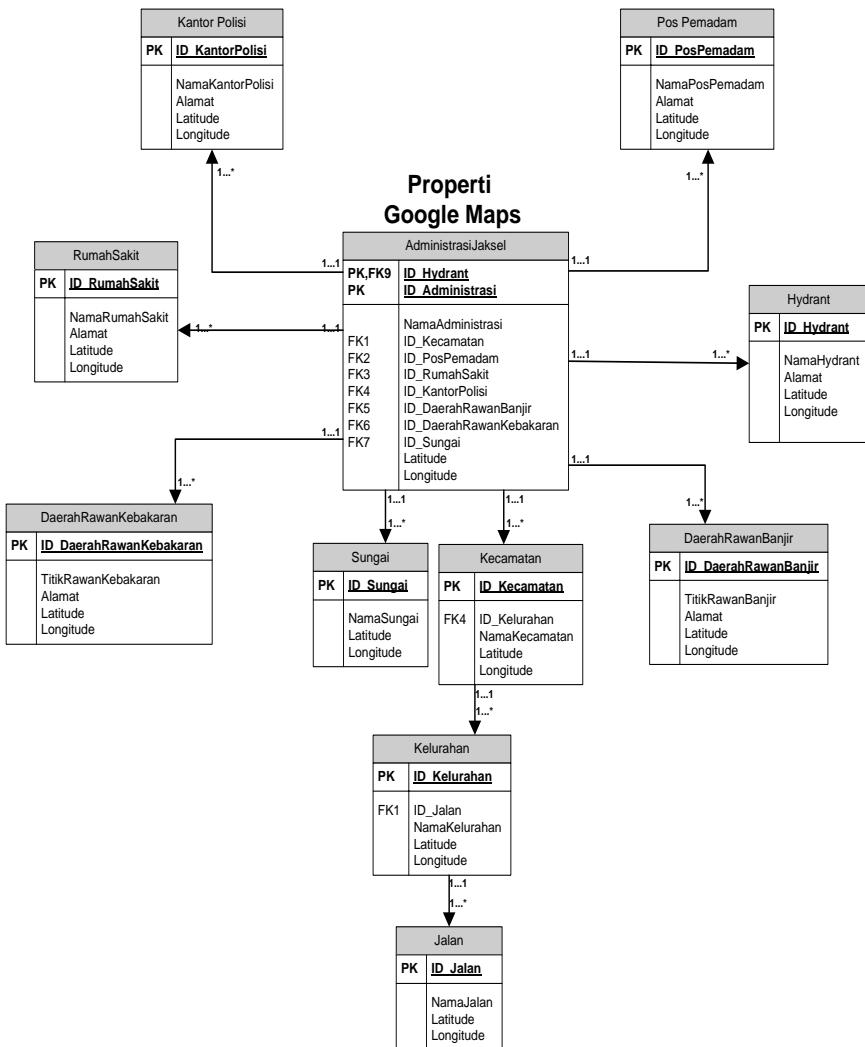
Gambar 15.1. Digram konteks

### 15.3.2. Metodologi Pengembangan

Pengembangan sistem mengacu pada model yang umum implementasi yaitu *waterfall model* yang terdiri dari proses *requirements, analysis, design, coding, testing dan maintenance*.

Tahap *Requirement* ini diawali dengan mencari kebutuhan dari keseluruhan sistem yang akan diaplikasikan. Kebutuhan tersebut adalah estimasi waktu peng�aan yakni sekitar 4 bulan dan peta yang digunakan khususnya peta dasar wilayah Jakarta Selatan. Dalam tahap *analysis* dilakukan beberapa teknik dalam proses pengumpulan data yaitu wawancara, mempelajari dokumen/laporan teknis dan studi pustaka. Wawancara dilakukan kepada seksi operasi suku dinas pemadam kebakaran guna mendapatkan data yang akurat dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

Beberapa dokumen dipelajari dan disaring kembali agar data yang disajikan adalah data yang benar-benar *valid* dan terbaru. Studi pustaka dilakukan guna melengkapi data yang dibutuhkan untuk pengembangan sistem ini dengan cara mempelajari buku-buku referensi terkait dengan sistem yang akan dikembangkan.



Gambar 15.2. *Entity relationship* diagram

Pada proses *design* dilakukan perancangan sistem yang merupakan representasi dari sistem program yang akan dibangun, yakni perancangan sistem *database* dan perancangan layar. *Coding* pada proses ini dilakukan realisasi dari data yang telah didapat dan

dirancang pada tahap desain, untuk selanjutnya dikembangkan menjadi program yang nyata. Pada tahapan *implementation and testing* proses, dilakukan implementasi terhadap apa yang telah dibuat pada tahap *coding* yang diikutitesting untuk menguji kelayakan program yang dibuat. *Maintenance* merupakan proses yang paling akhir yaitu melakukan perbaikan secara berkala pada sistem.

#### **15.4. SIG Berbasis Web dan *Platform Google***

Sistem Informasi Geografi adalah sebuah sistem berbasiskan komputer yang digunakan untuk menyimpan dan “memanipulasi” informasi-informasi geografis (Arronof, 1989). SIG berbasis Web atau juga sering disebut dengan WebGIS atau InternetGIS, didefinisikan sebagai suatu jaringan (*network*) berbasis layanan informasi geografis yang memanfaatkan internet baik menggunakan jaringan kabel (*wired*) maupun tanpa kabel (*wireless*) untuk mengakses informasi geografis maupun sebagai tools guna melakukan spatial analisis (Ren Peng.Z and Hsing Tsou.M, 2003).

*Google* merupakan sebuah perusahaan multinasional Amerika Serikat yang bergerak dalam pengembangan teknologi berbasis internet dan produk. *Google* didirikan pada tahun 1996 oleh Larry Page dan Sergey Brin yang saat ini telah mengembangkan beberapa aplikasi berbasis internet dan produk yang digunakan secara luas seperti *Google search engine*, *Google Mail* (Email), *Google Talk* (Jaringan sosial), *Google Chrome* (Mesin penjelajah), *Android* (Sistem operasi), *Google earth* dan *Google Maps* (Wikipedia, 2011).

*Google Maps* merupakan bentuk layanan dari *Google* yang menawarkan teknologi pemetaan terkini yang dapat digunakan untuk berbagai macam kebutuhan. *Google Maps* mempunyai *platform opensource* sehingga dapat digunakan dengan bebas namun harus mematuhi syarat yang telah ditetapkan. *Google Maps*

juga memberikan kebebasan kepada pengembang untuk mengembangkan teknologi pemetaan yang berbasis *Google Maps*, sehingga dapat memperkaya fitur yang sebelumnya ada pada *Google Maps*. Untuk pengembangan ini, *Google* mempunyai 2 pilihan *platform*, yaitu *opensource platform* (gratis) dan *Enterprise Platform* (berbayar). Dalam hal ini pengembangan *platform Google Maps* menggunakan sebuah bahasa pemrograman yang dinamakan dengan *Maps API Java Script programming* (Wikipedia, 2011).

### **15.5. Pemasalahan dan Solusi Pengembangan**

Permasalahan utama bagi SUDIN Pemadam Kebakaran hanya mengandalkan pengelolaan sistem secara manual yang sangat sederhana menggunakan peta kertas dan peta dalam bentuk *file citra kompresi (JPG)*. Dengan sistem seperti itu patut dipertanyakan tentang informasi yang diberikan apakah informasi yang dapat dipertanggjawabkan hasilnya. Selain itu peta tersebut tidak mempunyai *database* sendiri di mana *Database* hanya menggunakan *Microsoft Office Excel* untuk menyimpan data seperti data daerah rawan kebakaran, letak *hydrant*, letak pos pemadam dan sebagainya.

Permasalahan lainnya adalah *Website* SUDIN pemadam kebakaran masih menginduk ke pusat. Sehingga informasi detail dan terkini mengenai kejadian kebakaran di Jakarta Selatan kurang memadai. Informasi kepada masyarakat mengenai daerah titik rawan pun belum ada pada *website* pusat tersebut. Di *website* tersebut juga belum terdapat fungsi pelaporan *online*, sehingga memudahkan pendataan mengenai informasi lokasi kebakaran yang diberikan.

Melihat permasalahan yang terjadi di atas, maka dalam penelitian ini dikembangkan sebuah sistem yang berbasiskan ruang (spasial) dengan cara membuat sebuah SIG yang berisikan

persebaran daerah titik rawan kebakaran, lokasi titik *hydrant*, pos pemadam kebakaran, rumah sakit dan kantor polisi.

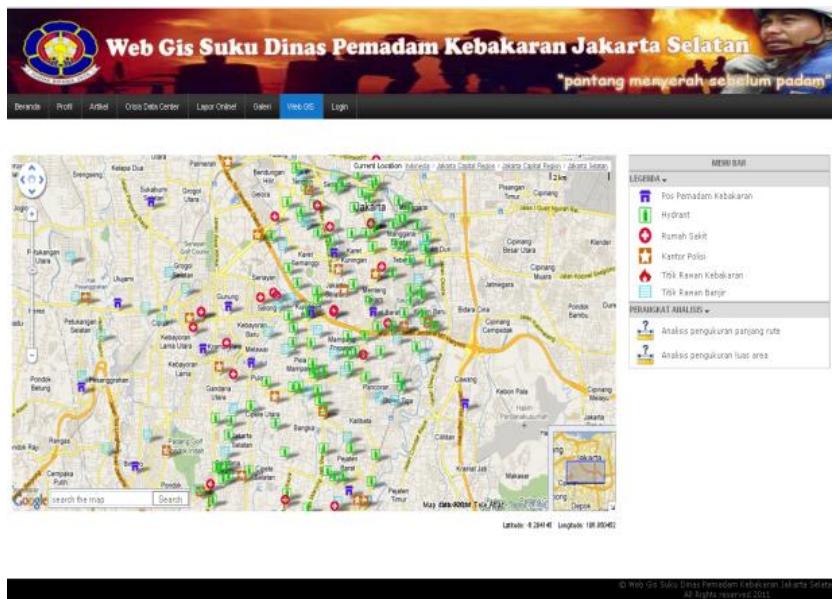
Pengembangan SIG yang berbasis web juga dirancang agar masyarakat dapat mengetahui apakah daerah sekitar tempat tinggalnya merupakan daerah rawan kebakaran dan apakah disekitar daerah tempat tinggal mereka sudah ter-cover oleh jangkauan *hydrant*, rumah sakit dan kantor polisi. Karena fungsi dan tugas SUDIN juga sebagai fungsi pencegahan agar masyarakat diimbau tetap waspada terhadap bahaya kebakaran.

### 15.6. Hasil Pengembangan

Sistem secara garis besar terdiri atas dua bagian yaitu layar beranda sebagai layar utama dan layar SIG berbasis Web (WebGIS). Pembahasan utama pada paper ini hanya khusus pada pembahasan mengenai SIG yang berbasis Web. Pada menu *Web GIS*, tersedia berberapa fitur analisa spasial yang dapat di gunakan seperti analisis pengukuran panjang rute, analisis pengukuran luas area serta fitur pendukung lain (*zoom*, *pan*, skala, *search*, *Minimap*), dan *custom map* yang berupa peta dasar, peta citra satelit dan *hybrid* (gabungan peta dasar dan citra satelit). Selain fitur yang telah disebutkan diatas, sistem juga menyediakan fitur lain sebagai prasyarat informasi geografis yaitu penjelasan mengenai peta yang berupa legenda. Tampilan layar utama SIG berbasis Web dapat dilihat pada Gambar 15.3.

Pada tampilan layar SIG berbasis Web juga dapat dilihat persebaran entitas geografis yang terkait dengan penanganan kebakaran seperti persebaran pos pemadam kebakaran, persebaran *hydrant*, persebaran rumah sakit, persebaran kantor polisi serta lokasi titik rawan kebakaran dan rawan banjir di Jakarta Selatan. Masing masing entitas tersebut dibedakan dan dapat dilihat pada bagian kiri dari layar tersebut sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 15.4.

Pada layar ini juga dapat dilakukan beberapa fungsi analisa spasial seperti pengukuran panjang rute dari stasiun pemadam kebakaran ke lokasi kebakaran dan juga fungsi analisa untuk perhitungan luas. Fungsi perhitungan jarak berguna untuk mengetahui panjang rute jalan dalam peta.



Gambar 15.3. Tampilan layar SIG berbasis web (*user*)



Gambar 15.4. Legenda pada tampilan layar SIG berbasis web

Dengan mengetahui panjang rute jalan maka dapat diestimasi kebutuhan waktu untuk mencapai lokasi kebakaran dengan cepat. Faktor kecepatan petugas pemadam kebakaran untuk sampai di lokasi kebakaran akan sangat membantu meneliminir dampak kerusakan yang tentunya mempengaruhi pada kerugian fisik dan korban jiwa akibat kejadian kebakaran tersebut. Hasil pencarian panjang rute akan muncul pada sisi kiri bawah halaman *web* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 15.5. Desianto (2010) dalam skripsinya membahas khusus pengembangan SIG dengan penekanan pada penentuan jalur tercepat untuk penanggulangan bahaya kebakaran dan analisa sumber air terdekat menggunakan fungsi network analysis pada perangkat lunak SIG.



Gambar 15.5. Tampilan hasil analisis pengukuran panjang rute

Selain perhitungan jarak, sistem juga memiliki fungsi untuk pengukuran luas area. Pengukuran luas area bermanfaat untuk menghitung luasan area yang terbakar serta dapat digunakan untuk mengestimasi kemungkinan perluasan area kebakaran dengan mempertimbangkan faktor lain seperti kecepatan dan arah angin. Dengan fungsi ini maka dapat diketahui dengan cepat daerah daerah mana saja yang mengalami kebakaran dan kemungkinan perluasan area kebakaran. Jika estimasi perluasan daerah kebakaran dapat dibuat, maka tindakan preventif segera dilakukan misalnya dengan mengungsikan penduduk pada area area yang mungkin mengalami kebakaran. Tampilan spasial dan hasil pengukuran suatu area pada layar dapat dilihat pada Gambar 15.6 dan Gambar 15.7.



Gambar 15.6. Tampilan pengukuran luas pada layar

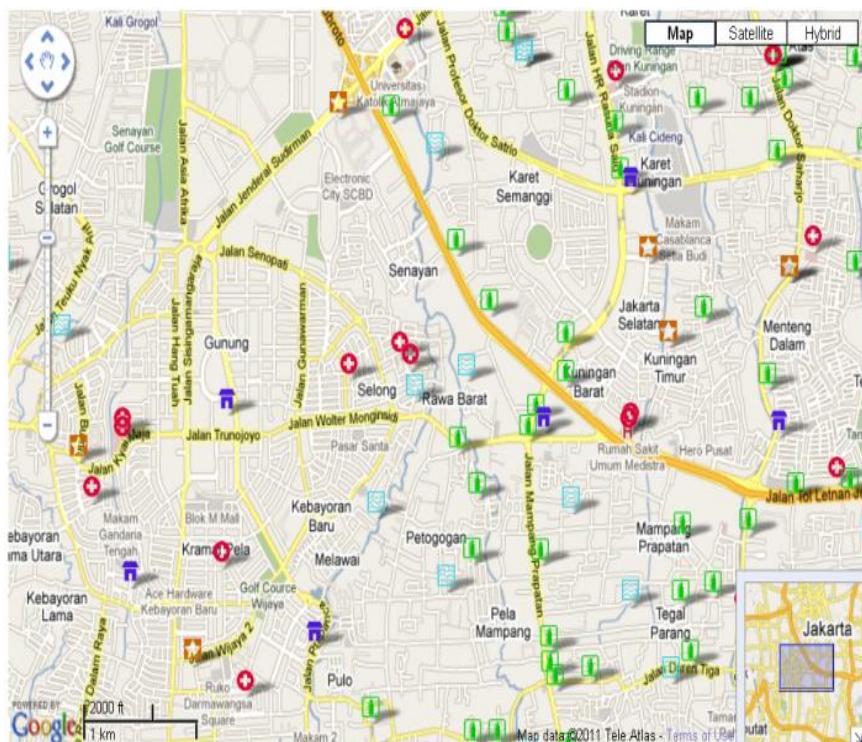


Gambar 15.7. Tampilan hasil analisis pengukuran luas area

Sistem yang dikembangkan selain memiliki fungsi visualisasi entitas geografis, analisa jarak dan perhitungan luasan area, sistem juga memiliki kemampuan untuk melakukan pencarian

(searching) terutama yang terkait dengan informasi seperti jalan, kelurahan, kecamatan, entitas sungai dan daerah daerah penting lain.

Pengembangan sistem SIG pada *platform* google map memungkinkan untuk mengaktifkan fungsi penggabungan peta (*custom map*) yang memiliki tiga tipe *geovisual* yang berbeda yaitu tipe *Map*, tipe *Satellite*, dan tipe gabungan (*Hybrid*). Pengguna dapat memvisualisasikan tampilan peta dalam tiga tampilan yang berbeda secara sendiri sendiri (peta atau satelit) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 15.8 dan Gambar 15.9. Maupun ditampilkan secara bersamaan (*Hybrid*).

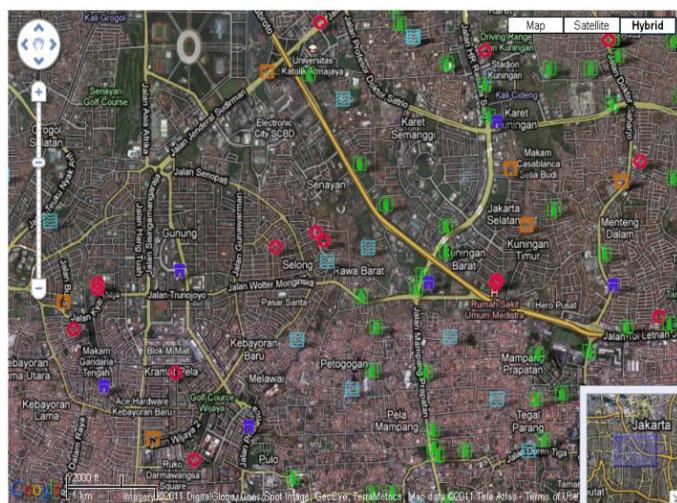


Gambar 15.8. Tampilan layar tipe peta



Gambar 15. 9. Tampilan layar tipe satelit

Tampilan sistem berupa peta dalam bentuk *raster* dan pencitraan foto satelit secara bersamaan (*Hybrid*) dapat dilihat pada Gambar 15.10.



Gambar 15.10. Tampilan layar tipe gabungan (*hybrid*) map dan satelit

## KESIMPULAN

Kegiatan pengembangan sistem informasi geografis berbasis *web* untuk menanggulangi bahaya kebakaran di Jakarta Selatan dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. SIG berbasis *web*, dapat memberikan informasi spasial kepada masyarakat mengenai persebaran daerah titik rawan kebakaran, *hydrant*, rumah sakit, pos pemadam kebakaran dan titik rawan banjir.
2. SIG yang berbasis *web* memungkinkan masyarakat dapat mengetahui apakah daerah tempat tinggalnya sudah terjangkau dengan jangkauan pos pemadam kebakaran, *hydrant*, kantor polisi dan rumah sakit.
3. Dengan SIG, data spasial dan non spasial yang disajikan lebih terorganisir dan dapat *di-update* sesuai dengan perkembangan terbaru.
4. Dengan SIG, pihak Suku Dinas Pemadam Kebakaran Jakarta Selatan dapat melakukan pengembangan terhadap penempatan lokasi baru pos pemadam kebakaran, *hydrant*, titik rawan kebakaran dan titik rawan banjir dengan menggunakan SIG sebagai referensi untuk menganalisis penambahan lokasi baru tersebut. Dengan SIG tersebut, dapat melakukan fungsi analisis untuk mengukur panjang rute dan luas area. Sehingga dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aronoff.S. (1989). *Geographics Information System: A Management Perspective*. WDL Publication. Ottawa.
- Desianto. E (2010). *Penggunaan Sistem Informasi Geografis untuk Mengetahui Jalur Tercepat Mobil Pemadam Kebakaran Serta Analisa Letak Sumber Air (Sumur Air) di Surabaya Pusat*. Skripsi Pada Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, ITS Surabaya.
- Pemerintah DKI Jakarta (2011). Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana. *Statistik Kebakaran DKI Jakarta*. Diakses pada tanggal 27 Maret 2011 dari <http://kebakaran.jakarta.go.id>
- Ren Peng, Zhong Hsiang Tsou, Ming (2003), *Internet GIS: Distributed Geographic Information Service for the Internet and Wireless Networks*, John Wiley & Sons.
- Wikipedia (2011). *Google Maps*. Diakses pada tanggal 15 Maret 2011 dari [http://en.m.wikipedia.org/wiki/Google\\_Maps](http://en.m.wikipedia.org/wiki/Google_Maps)
- Wikipedia (2011). *Google*. Diakses pada tanggal 15 Maret 2011 dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Google>.