

Bab II Tinjauan Pustaka

II.1 Data Spasial

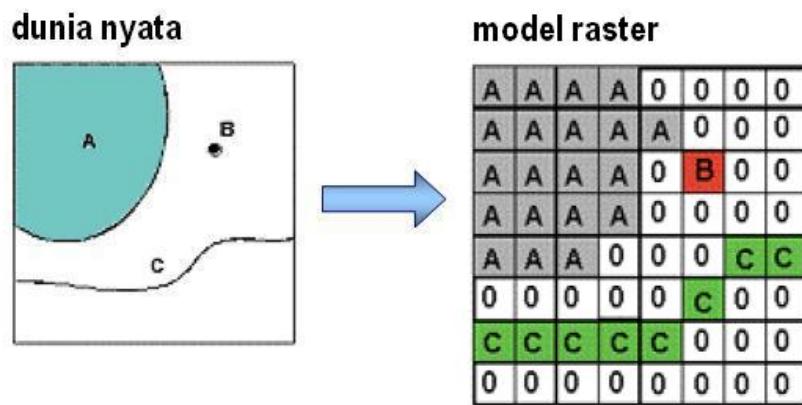
Data spasial merupakan representasi dari objek spasial yang ada pada dunia nyata. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi, dimana didalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, dibawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfir. Data spasial dapat dihasilkan dari berbagai macam sumber, diantaranya: citra satelit, peta analog, foto udara dan data survei lapangan.

II.1.1 Model Data Spasial

Pada pemanfaatannya data spasial yang diolah dengan menggunakan komputer (data spasial digital) menggunakan model sebagai pendekatannya. Model data dapat didefinisikan 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 (Lo C.P dan A.K.W Young, 2002). 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.

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



Gambar II.1 Model raster (Escobar, F. et. al. 2006)

Karakteristik utama data raster adalah bahwa dalam setiap piksel mempunyai nilai. Nilai piksel merepresentasikan fenomena atau karakteristik tertentu dari objek spasial yang terekam pada piksel tersebut. Dimensi dari setiap piksel dapat ditentukan ukurannya sesuai dengan kebutuhan. Ukuran piksel menentukan bagaimana kasar atau halusnya pola atau obyek yang akan di representasikan. Semakin kecil ukuran piksel, maka akan semakin halus atau lebih detail. Akan tetapi semakin besar jumlah piksel yang digunakan maka akan berpengaruh terhadap penyimpanan dan kecepatan proses. Apabila ukuran piksel terlalu besar akan terjadi hilangnya 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.

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*). Contoh representasi data vektor beserta atributnya dapat dilihat pada tabel II.1.

Model data vektor secara umum dibagi menjadi dua jenis (Lo C.P dan A.K.W Young, 2002), yaitu:

- Topologi

Model data topologi disamping menyimpan elemen grafis, juga menyimpan hubungan spasial antar elemen grafis. Hubungan spasial ini menggunakan konsep topologi. Melalui topologi dapat dibentuk entiti

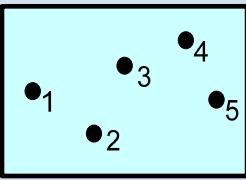
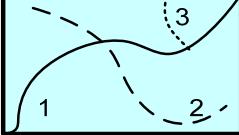
grafis yang lebih mendekati objek sebenarnya di lapangan.

- Non Topologi (*Spaghetti*)

Model data *spaghetti* hanya menyimpan elemen grafis dari data vektor.

Elemen grafis hasil digitasi atau proses input lainnya langsung disimpan begitu saja tanpa pengolahan lebih lanjut.

Tabel II.1 Contoh representasi data vektor dan atributnya

Jenis	Contoh Representasi	Contoh Atribut		
		ID	Nama	Lokasi
Titik		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		1	Status Jalan	Kondisi
		2	Jalan Nasional	Baik
		3	Jalan Provinsi	Sedang
			Jalan Kabupaten	Rusak
Poligon		1	Guna Lahan	Luas Ha)
		2	Sawah	20
		3	Permukiman	30
		4	Kebun	45
			Danau	40

II.1.2 Kesalahan Data Spasial

Secara umum kesalahan pada data spasial berasal dari 3 sumber pokok yaitu peta sumber, otomatisasi dan kompilasi, pemrosesan dan analisis data (Lo C.P dan A.K.W Young, 2002). Secara detil jenis-jenis sumber kesalahan data spasial dapat dilihat pada tabel II.2.

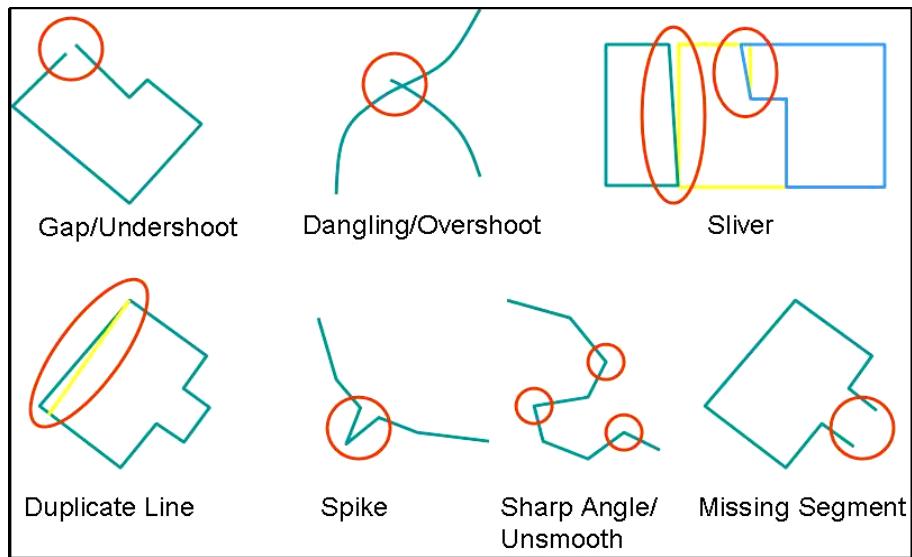
Tabel II.2 Sumber dan Jenis Kesalahan Data Spasial
(Lo C.P dan A.K.W Young, 2002)

No	Sumber Kesalahan	Jenis Kesalahan
1.	Data/Peta Sumber	<ul style="list-style-type: none"> - Proyeksi peta - Skala Peta - Generalisasi kartografi - Pekerjaan pengukuran lapangan - Pengukuran fotogrametri - Umur peta yang lama
2.	Otomatisasi dan Kompilasi Data	<ul style="list-style-type: none"> - Input data atribut - Bentuk translasi - Tranformasi proyeksi peta - Vektorisasi data raster
3.	Pemrosesan dan Analisis Data	<ul style="list-style-type: none"> - Pembulatan angka dalam perhitungan - Analisis <i>overlay</i> - Klasifikasi dan reklasifikasi - Interpolasi - Penggunaan algoritma yang tidak tepat

Adapun macam-macam kesalahan pada data spasial dapat berupa:

(1). Kesalahan karena kondisi geometri dan topologi objek

Digitasi peta baik secara manual, semi otomatis maupun otomatis dapat menghasilkan geometri dan topologi objek yang tidak semestinya. Biasanya digitasi manual dapat mengakibatkan beberapa kesalahan dari kondisi geometri dan topologi objek seperti garis yang *undershoot* atau *overshoot* dengan garis lain atau perpotongan garis, tepi atau perpotongan garis yang hilang atau terduplicasi dan bentuk garis yang buruk (Laurini R. Dan Derek T., 1993). Kondisi-kondisi geometri dan topologi objek pada digitasi peta yang mengakibatkan kesalahan data spasial diantaranya: *undershoot/gap* (segmen/garis tidak sampai pada perpotongan yang seharusnya), *overshoot/dangling* (segmen melewati perpotongan yang seharusnya), *sliver* (adanya bagian yang terpotong), *duplicate line* (garis ganda), *spike*, *unsmooth/sharp angle* (tidak halus/sudut yang terlalu tajam), *missing segment* (segmen yang hilang). Beberapa contoh gambar kondisi-kondisi geometri dan topologi yang mengakibatkan kesalahan data spasial dapat dilihat pada gambar II.2.



Gambar II.2 Berbagai kondisi geometri dan topologi

(2). Objek tidak terdigitali

Kurang baiknya kualitas peta sumber (misal: peta kabur) dapat mengakibatkan adanya objek-objek tidak terdigitali. Selain itu objek juga bisa tidak terdigitali karena faktor kesalahan manusia (operator digitasi) pada digitasi manual dan kelemahan perangkat lunak vektorisasi pada digitasi otomatis/semi otomatis.

(3). Objek terhapus

Pada pengolahan data spasial dimungkinkan juga terjadi adanya objek yang terhapus baik secara disengaja maupun tidak disengaja. Objek yang terhapus bisa terjadi karena kesalahan manusia atau perangkat lunak. Misalnya proses pembersihan data dengan menggunakan perangkat lunak dapat mengakibatkan objek terhapus karena tidak memenuhi kriteria atau syarat untuk proses pembersihan data.

(4). Kesalahan konsistensi logis

Konsistensi logis merupakan penjelasan dari kebenaran dari hubungan antara dunia nyata dan pengkodean/penggambaran dalam data geografi/spasial (Kainz, 1995 dalam Lo C.P dan A.K.W Young, 2002). Contoh: objek pada layer jalan yang tersambung dengan objek pada layer sungai, objek pada layer sungai yang melewati/memotong objek pada jalan, persil tanah berada pada pertigaan jalan raya.

II.1.3 Hubungan Spasial

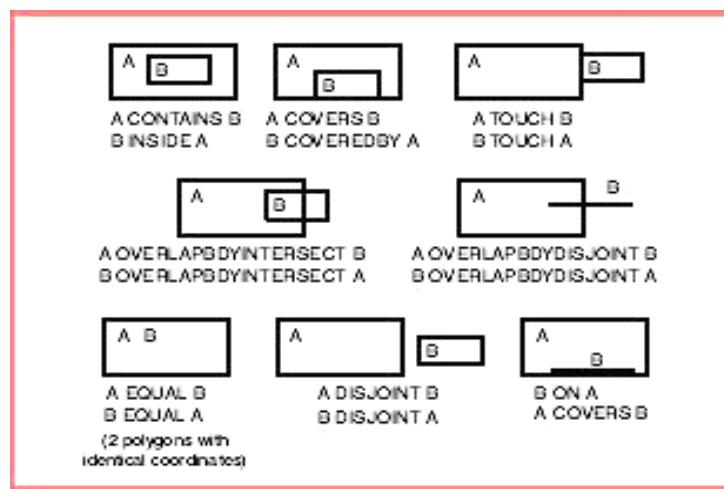
Diantara operasi-operasi yang dapat dilakukan pada objek dengan tipe data spasial, hubungan spasial merupakan hal yang paling penting (Guting R.H., 1994). Hubungan spasial dapat terjadi pada objek dengan tipe data spasial yang sama ataupun berbeda, misalnya garis dengan garis, garis dengan area, area dengan titik. Hubungan-hubungan tersebut berdasarkan lokasi/posisi geometri objek. Menurut Pullar dan Egenhofer (1988) dalam Guting R.H. (1994), hubungan spasial dikelompokan menjadi 3, yaitu:

1. Hubungan Topologi, contoh: *inside* (di dalam), *adjacent* (berdekatan) dan *disjoint* (terpisah);
2. Hubungan Arah (*direction*), contoh: diatas, dibawah atau sebelah utara dari, sebelah selatan dari;
3. Hubungan metrik (*metric*), contoh: jarak kurang dari 100 meter.

Dari ketiga kelompok diatas hubungan topologi merupakan hubungan yang paling fundamental dan banyak dilakukan penelitian. Pada dasarnya terdapat 6 hubungan topologi objek data spasial yang berbeda yaitu *disjoint* (terpisah), *in* (di dalam), *touch* (bersinggungan), *equal* (sama), *cover* (menutupi) dan *overlap* (berpotongan) (Guting R.H., 1994). Menurut Egenhofer dalam Murray C (2005), hubungan topologi objek data spasial dapat dibedakan menjadi 11 yaitu:

1. *Disjoint*: batas-batas (*boundaries*) dan bagian-bagian dalam (*interiors*) tidak berpotongan (*intersect*).
2. *Touch*: batas-batasnya berpotongan sedangkan bagian dalamnya tidak.
3. *Overlapbydisjoint*: bagian dalam salah satu objek berpotongan dengan batas dan bagian dalam objek lain, tapi dua batas-batasnya tidak berpotongan. Hubungan ini dapat terjadi misalnya suatu garis sebagian berada di dalam poligon dan yang lainnya diluar poligon.
4. *Overlapbyintersect*: batas-batas dan bagian-bagian dalam dua objek saling berpotongan.
5. *Equal*: Dua objek dengan batas dan bagian dalam yang sama.
6. *Contains*: batas dan bagian dalam satu objek secara keseluruhan berada di dalam bagian dalam objek lainnya.

7. *Covers*: bagian dalam satu objek secara keseluruhan berada di dalam bagian dalam atau pada batas objek lainnya dan terdapat batas-batas yang berpotongan.
8. *Inside* : lawan dari *contains*, jika A *contains* B maka B *inside* A.
9. *Coverredby*: lawan dari *covers*, jika A *covers* B maka B *coverredby* A.
10. *On*: batas dan bagian dalam satu objek berada pada batas objek lainnya. Hubungan ini dapat terjadi misalnya suatu garis berada pada salah satu batas poligon.
11. *Anyinteract* : Objek-objek yang tidak terpisah (*non-disjoint*).



Gambar II.3 Macam-macam hubungan topologi data spasial (Murray, C. 2005)

II.2 Basis Data Spasial

Kumpulan dari data spasial akan membentuk basis data spasial. Manajemen basis data pada komputer awalnya menggunakan sistem file. Namun kemudian karena banyaknya kelemahan dari sistem file dan semakin pentingnya peranan basis data, manajemen basis data beralih menjadi sistem manajemen basis data (SMBD). Hal tersebut tidak hanya berlaku pada data atribut tetapi juga pada data spasial.

SMBD adalah perangkat lunak khusus yang mempunyai kemampuan untuk membuat dan mengolah basis data dan dapat digunakan penggunannya tanpa membuat data atau file terpisah dalam program komputernya (Laudon, K.C. dan J.P. Laudon, 2002). Setiap SMBD memiliki tiga komponen utama (Waljiyanto, 2000), yaitu:

- Bahasa manipulasi data (*Data Manipulation Language*), merupakan bahasa yang digunakan untuk melakukan manipulasi data. Contoh: perintah *select, insert, update, delete* pada SQL
- Bahasa definisi data (*Data Definition Language*), merupakan bahasa yang digunakan untuk mendefinisikan basis data. Contoh : perintah *create, alter, drop*.
- Sistem kontrol basis data, merupakan pengontrol seluruh perintah pada basis data

Berdasarkan model datanya, SMBD dapat diklasifikasikan menjadi 4 yaitu model data hierarki, model data jaringan, model data relasional dan model data orientasi objek. Sampai saat ini model data relasional merupakan model yang paling banyak dipakai.

Secara khusus untuk manajemen basis data spasial dikenal adanya SMBD Spasial. Menurut Shekhar S. dan Sanjay C. (2003), SMBD spasial adalah perangkat lunak yang memiliki beberapa kemampuan khusus, diantaranya:

- mampu bekerja dengan SMBD tertentu;
- mendukung data model spasial, tipe data abstrak spasial (*spatial abstract data types* (SADTs)), bahasa *query* untuk tipe data abstrak spasial;
- mendukung proses indek spasial, algoritma yang efisien untuk proses operasi spasial, aturan-aturan khusus untuk optimasi *query* spasial.

Contoh perangkat lunak SMBD Spasial adalah Oracle Spasial dan ESRI SDE yang mampu bekerja dengan SMBD Oracle, mempunyai tipe data spasial, mampu melakukan operasi-operasi spasial dan mempunyai kemampuan indek spasial.

II.3 Integritas Data

II.3.1 Pengertian Integritas Data

Secara etimologis, integritas berarti kesatuan. Dalam konteks basis data, obyek integritas tersebut adalah data. Sehingga dapat disimpulkan bahwa integritas data merupakan keutuhan dan kesatuan data dalam basis data sehingga data tersebut

dapat menjadi sumber informasi yang dapat digunakan. Integritas data mengacu pada keterpercayaan terhadap data

Integritas basis data berguna untuk menjamin validitas data yang terekam ke dalam basis data, karena suatu data seharusnya mengikuti sejumlah karakteristik dasar sesuai ketentuan/aturan yang telah diketahui/ditetapkan. Penetapan aturan integritas basis data akan dapat menghindarkan basis data dari upaya-upaya/kesalahan yang tidak disengaja, khususnya dalam melakukan manipulasi data (Fathansyah, 2004).

Sifat-sifat integritas basis data dapat didefinisikan sebagai berikut (Meadows, C. dan Sushil J., 1995):

- *Consistency* (konsisten). Suatu basis data disebut konsisten jika dua atau lebih metode yang ada untuk menurunkan informasi selalu menghasilkan respon yang sama terhadap permintaan (*request*) yang diinginkan.
- *Correctness* (kebenaran). Suatu basis data disebut benar jika semua data memenuhi batasan-batasan yang ada.
- *Availability* (ketersediaan). Suatu data disebut *available* jika setiap data selalu dapat diakses oleh pengguna yang memiliki otoritas terhadap data tersebut.

II.3.2 Batasan Integritas (*Integrity Constraints*)

Pada basis data relasional dikenal istilah *integrity constraint* (batasan integritas). Batasan (*constraint*) integritas memastikan bahwa perubahan-perubahan yang dilakukan oleh pengguna yang berhak tidak akan menghasilkan inkonsistensi data. *Constraint* (batasan) merupakan aturan yang diberikan pada suatu tabel agar data yang dimasukkan terjamin validitasnya. Batasan integritas akan menjaga basis data dari kerusakan yang terjadi secara tidak sengaja dengan memastikan bahwa perubahan yang diperbolehkan tidak mengakibatkan terjadinya inkonsistensi data.

Menurut Nugroho, A. (2004), jenis-jenis batasan integritas data yang harus dipelihara dalam basis data dibagi menjadi 4 jenis, yaitu:

1. Integritas entitas (*entity integrity*), dimana tidak ada duplikasi baris data dalam satu tabel.

2. Integritas jangkauan (*domain integrity*), dimana tidak ada item data yang melanggar jangkauan nilai di tiap kolom data.
3. Integritas acuan (*referential integrity*), yang menjaga relasi (korespondensi) antar tabel.
4. Integritas operasional (*user defined integrity*), merupakan batasan integritas yang didefinsikan oleh pengguna untuk memenuhi aturan-aturan yang telah ditetapkan (*enterprise rule*), selain dari 3 jenis batasan diatas.

Sedangkan untuk basis data spasial, batasan integritas dibedakan menjadi 3 jenis yaitu (Cockcroft , S.,1997):

1. Integritas *Topological* (topologi)

Batasan integritas topologi merupakan batasan yang dibuat berdasarkan properti geometri dan hubungan spasial. Contoh: area wilayah kecamatan harus berada di dalam area kabupaten/kotanya.

2. Integritas *Semantic*

Batasan ini terkait dengan makna dari fitur-fitur geografis. Contoh: bangunan seharusnya tidak terpotong oleh jalan.

3. Integritas *User-defined* (definisi oleh pemakai)

Batasan *user-defined* dapat digunakan untuk menjaga konsistensi basis data sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditetapkan seperti halnya pada basis data atribut. Contoh: PLTN harus mempunyai jarak 3 Km dari pemukiman.

Penerapan batasan-batasan integritas pada SMBD dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya: dideklarasikan pada saat pembuatan tabel dan dalam bentuk *trigger*. *Trigger* merupakan pernyataan yang dieksekusi secara otomatis oleh sistem basis data sebagai akibat dari perubahan basis data. Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk merancang mekanisme *trigger*, yaitu: menspesifikasikan kapan *trigger* harus dieksekusi dan menspesifikasikan perintah yang akan dilaksanakan ketika *trigger* dijalankan.

II.4 *Enterprise Rule*

Enterprise adalah bagian dunia nyata yang dimodelkan menggunakan basis data (Prahasta, 2002). Bentuk *enterprise* dapat berupa individu, organisasi atau aktivitas yang dilakukannya. Sebagai contoh enterprise diantaranya, perpustakaan, sekolah, rumah sakit, aktivitas akademik, pengelolaan keuangan perusahaan. *Enterprise* juga dapat didefinisikan sebagai objek-objek penting, organisasi, proses yang bekerja pada suatu sistem atau sistem itu sendiri (Prahasta, 2002).

Enterprise rule adalah aturan-aturan yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan-hubungan (keterkaitan atau relasi) antara satu entitas dengan entitas lainnya beserta prosedur atau fungsi yang dapat dikenakan terhadap entitas-entitas yang bersangkutan. Atau dengan kata lain, *enterprise rule* adalah aturan-aturan yang dipakai untuk menegaskan hubungan antar entitas (Prahasta, 2002). Dari *enterprise rule* dapat dibuat model data konseptual dalam bentuk diagram hubungan entitas yang kemudian di transformasikan/diterjemahkan ke model data fisik ke suatu SMBD tertentu. Pada basis data atribut penterjemahan tersebut dapat berupa kunci primer (*primary key*), kunci tamu (*foreign key*) batasan jangkuan nilai kolom ataupun dalam bentuk *trigger*.

II.5 Konsep Oracle Spasial

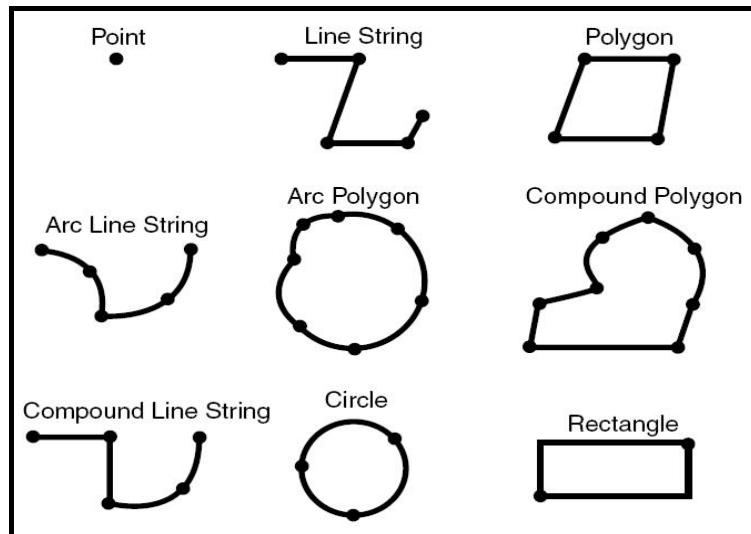
SMBD Oracle dilengkapi dengan fasilitas Oracle Spasial untuk pengelolaan (manajemen) data spasial. Oracle Spasial adalah seperangkat fungsi dan prosedur yang terintegrasi yang menungkinkan data spasial untuk disimpan, diakses dan dianalisis secara cepat dan efisien pada basis data Oracle (Murray, C. 2003). Oracle Spasial terdiri dari beberapa komponen :

- Skema MDSYS, yang menentukan penyimpanan, perintah dan semantik dari tipe data geometrik yang didukung;
- Mekanisme indek spasial;
- Seperangkat fungsi dan operator untuk melakukan analisis spasial;
- Utilitas administratif.

Berikut ini akan dijelaskan beberapa konsep dasar yang digunakan dalam pengelolaan data spasial pada Oracle Spasial.

II.5.1 Representasi Data

Oracle Spasial seperti halnya perangkat lunak SIG yang lain menggunakan bentuk geometri dalam merepresentasikan data spasial. Oracle Spasial mendukung beberapa tipe geometri primitif dan geometri campuran (gabungan dari geometri primitif). Tipe geometri pada Oracle Spasial dapat dilihat pada gambar II.4.



Gambar II.4 Tipe geometri pada Oracle Spasial (Murray, 2003)

II.5.2 Model Data

Model data Oracle Spasial adalah struktur hirarki yang terdiri dari tiga komponen yaitu :

1. Elemen

Tipe elemen dasar yang digunakan antara lain titik, garis dan poligon. Setiap koordinat elemen akan disimpan sebagai pasangan X dan Y.

2. Geometri

Kumpulan dari elemen akan membentuk geometri. Sebuah geometri dapat terdiri dari hanya satu elemen saja. Geometri bisa juga merupakan kumpulan elemen yang homogen.

3. Layer

Layer merupakan kumpulan dari geometri-geometri yang memiliki atribut yang sama. Misalnya layer bidang tanah, layer bangunan, layer jalan dan lain-lain. Setiap layer dan hubungan spasialnya disimpan di basis data dalam bentuk tabel spasial standar.

II.5.3 Model Relasional Objek

Oracle Spasial menggunakan model relasional objek dalam merepresentasikan geometri. Model ini menggunakan tabel dengan tipe kolom SDO_GEOMETRY. Satu geometri disimpan dalam satu baris (record) pada tabel tersebut. Tipe kolom SDO_GEOMETRY merupakan tipe data khusus yang dimiliki Oracle untuk menampung data spasial. Oracle Spasial mendefinisikan objek SDO GEOMETRY sebagai berikut (Murray, 2003):

```
CREATE TYPE sdo_geometry AS OBJECT (
    SDO_GTYPE      NUMBER,
    SDO_SRID       NUMBER,
    SDO_POINT      SDO_POINT_TYPE,
    SDO_ELEM_INFO   SDO_ELEM_INFO_ARRAY,
    SDO_ORDINATES  SDO_ORDINATE_ARRAY);
```

SDO_POINT, SDO_ELEM_INFO dan SDO_ORDINATES merupakan objek tersendiri dengan pendefinisian sebagai berikut :

```
CREATE TYPE sdo_point_type AS OBJECT ( X NUMBER, Y NUMBER,
                                         Z NUMBER);
CREATE TYPE sdo_elem_info_array AS VARRAY (1048576) of
                                         NUMBER;
CREATE TYPE sdo_coordinate_array AS VARRAY (1048576) of NUMBER;
```

Keterangan :

1. SDO_GTYPE merupakan atribut yang mengindikasikan tipe geometri. Nilai SDO_GTYPE memiliki 4 digit dengan format *dltt*. *d* menandakan dimensi dari geometri. *l* digunakan untuk mengidentifikasi LRS (*Linear Referencing System*) pada geometri tiga dimensi. *tt* merupakan kode untuk tipe geometri.
2. SDO_SRID merupakan atribut untuk mengidentifikasi sistem koordinat yang bersesuaian dengan geometri pada suatu tabel. Jika nilai SDO_SRID adalah *null*, berarti geometri tidak diasosiasikan dengan sistem koordinat tertentu. Nilai SDO_SRID secara lengkap dapat dilihat pada tabel CS_SRS yang dimiliki oleh skema MDSYS. Contoh nilai SDO_SRID 82387 adalah untuk sistem koordinat UTM Zone 48 *Southern Hemisphere*.
3. SDO_POINT merupakan atribut yang digunakan untuk menampung data titik. Jika SDO_POINT berisi nilai, sedangkan nilai pada SDO_ELEM_INFO dan SDO_ORDINATES keduanya *null*, maka secara otomatis Oracle Spatial akan

menterjemahkan geometri tersebut sebagai titik. Namun jika SDO_ELEM_INFO dan SDO_ORDINATES keduanya tidak *null*, maka nilai pada SDO_POINT akan diabaikan oleh Oracle Spasial. Agar penyimpanan data bisa optimal, disarankan untuk selalu menyimpan data titik pada SDO_POINT.

4. SDO_ELEM_INFO merupakan atribut untuk menginterpretasi ordinat yang tersimpan pada SDO_ORDINATES. Ada 3 komponen dalam atribut ini yaitu :
 - SDO_STARTING_OFFSET. Untuk keperluan identifikasi offset dalam susunan SDO_ORDINATES, di bagian mana ordinat pertama suatu elemen tersimpan.
 - SDOETYPE. Menentukan tipe elemen dari suatu geometri.
 - SDO_INTERPRETATION. Atribut yang berkaitan dengan nilai SDOETYPE yang menentukan jumlah segmen pembentuk elemen.
5. SDO_ORDINATES merupakan atribut yang digunakan untuk menyimpan nilai koordinat yang membentuk batas objek spasial. Nilai koordinat pada SDO_ORDINATES diurut berdasarkan dimensi objek. Misalnya objek dua dimensi maka penyimpanannya [X1,Y1,X2,Y2,], sedangkan untuk objek tiga dimensi penyimpanannya [X1,Y1,Z1,X2,Y2,Z2,]. Nilai pada SDO_ORDINATES harus valid dan tidak boleh ada nilai *null*.

II.6 Penelitian Terdahulu

II.6.1 Penelitian tentang Basis Data Spasial PBB

Santoso, B. (2005), meneliti tentang pengembangan interoperabilitas basis data PBB dan BPN. Yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat basisdata *SmartMap* dengan menggunakan Oracle. Dalam basis data *SmartMap* ini ditampung data atribut dan spasial dari kedua instansi. Untuk data spasial memanfaatkan teknologi Oracle Spasial. Dibuat otomatisasi jika terjadi perubahan pada data atribut dan spasial di kedua instansi. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa basisdata *SmartMap* mampu melakukan interoperabilitas basisdata PBB dan BPN.

Sugiada, IM. (2007), meneliti tentang peningkatan keamanan basis data spasial PBB melalui rancang ulang basis data spasial. Yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan perancangan ulang basis data spasial untuk meningkatkan keamanan basis data spasial PBB. Aspek-aspek keamanan yang digunakan dalam analisa diantaranya: kerahasiaan (*confidentiality*), integritas (*integrity*), ketersediaan (*availability*), penggunaan (*usability*) dan kinerja (*performance*). Hasil Rancang ulang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Oracle Spatial dan penerapan beberapa fitur perangkat lunak tersebut diantaranya pengaturan *role* dan *privilege*, *referential integrity* dan mekanisme backup. Hasil dari penelitian ini adalah basis data spasial PBB hasil rancang ulang menggunakan Oracle Spatial mampu meningkatkan keamanan data spasial PBB dibandingkan data spasial PBB sebelum rancang ulang.

II.6.2 Penelitian tentang Integritas Data Spasial

Borges, *et al.* (2001), meneliti tentang desain basis data spasial dengan menggunakan model OMT-G (salah satu model *object-oriented data model*). Hasil penelitian menyatakan bahwa batasan (*constraints*) yang telah didefinisikan pada tahapan model konseptual dapat diterapkan pada model fisik dengan membuat batasan integritas spasial (*spatial integrity constraints*) pada SMBD.

Cockcroft, S. (1997), meneliti permasalahan integritas data pada Sistem Informasi Spasial (SIS). Penelitian ini menggunakan model batasan integritas spasial berdasarkan taktonomi. Pemberian batasan berbagai batasan (*constraints*) saat entri (*insert* dan *update*) data pada SIS dapat mengurangi kesalahan-kesalahan input data dan memperbaiki kualitas data.

Yvan, B. (1999), meneliti mengenai pemodelan visual dari basis data spasial menggunakan PVL (*Plug-in for Visual Language*) dan UML (*Unified Modelling Language*) Spasial. Hasil penelitiannya adalah bahwa penggunaan bahasa pemodelan visual dan CASE Tool memberikan solusi yang baik untuk mendukung proses pengembangan basis data spasial. Bahasa pemodelan diperlukan untuk membangun basis data yang kompleks dan untuk mendesain basis data yang efisien.