

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan Pustaka dimaksudkan untuk memaparkan teori-teori yang ada dan relevan dalam perencanaan Sistem Informasi Geografi (SIG) sehingga diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada dengan menganalisa faktor dan data maupun untuk mengidentifikasi kondisi jalan.

Pelaksanaan pekerjaan pemetaan kondisi jalan untuk mengetahui kondisi jalan di lapangan dan sebagai acuan dalam pembangunan dan perbaikan jalan sebagai upaya peningkatan pembangunan di kota Semarang.

2.2 Klasifikasi Jalan Umum

Sesuai peruntukannya jalan terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum merupakan jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, sedangkan jalan khusus merupakan jalan yang tidak diperuntukkan untuk lalu lintas umum dalam kegiatan distribusi barang dan jasa yang dibutuhkan. Menurut Undang Undang Nomor 38 tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, jalan umum dapat diklasifikasikan dalam sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan, dan kelas jalan. Pada penelitian ini, pengetahuan mengenai klasifikasi jalan menjadi penting untuk menjelaskan definisi jalan.

2.2.1 Klasifikasi sistem jaringan jalan menurut fungsi jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi mengacu pada UU No.38 tahun 2004 dan PP No.34 tahun 2006, adalah sebagai berikut:

2.2.1.1 Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer terdiri dari jalan arteri primer, jalan kolektor primer, jalan lokal primer, dan jalan lingkungan primer, yang disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan

semua wilayah dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang bertujuan sebagai berikut:

- a. Menghubungkan pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan
- b. Menghubungkan antarpusat kegiatan Nasional.

Sistem jaringan primer disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang dan struktur pengembangan wilayah yang menghubungkan jasa distribusi sebagai berikut:

1. Jalan arteri primer

Jalan ini menghubungkan antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah, dengan persyaratan teknis yang diatur dalam PP No. 34 tahun 2006, sebagai berikut:

- a. Didesain paling rendah dengan kecepatan 60 km/jam;
- b. Lebar badan jalan paling sedikit 11 meter;
- c. Kapasitas lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata;
- d. Lalu-lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang-alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal;
- e. Jumlah jalan masuk, ke jalan arteri primer, dibatasi secara efisien sehingga kecepatan 60 km/jam dan kapasitas besar tetap terpenuhi;
- f. Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

2. Jalan kolektor primer

Merupakan jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Adapun persyaratan teknis dari jalan ini, sebagai berikut:

- a. Didesain paling rendah dengan kecepatan 40 km/jam;
- b. Lebar badan jalan paling sedikit 9 meter;
- c. Kapasitas lebih besar dari volume lalu-lintas rata-rata;
- d. Jumlah jalan masuk dibatasi, dan direncanakan sehingga dapat dipenuhi kecepatan paling rendah 40 km/jam;

- e. Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan tidak boleh terputus.

3. Jalan lokal primer

Merupakan jalan yang menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. Adapun persyaratan teknis dari jalan ini, sebagai berikut:

- a. Didesain paling rendah dengan kecepatan 20 km/jam;
- b. Lebar badan jalan paling sedikit 7,5 meter;
- c. Jalan lokal primer yang memasuki kawasan pedesaan tidak boleh terputus.

4. Jalan lingkungan primer

Merupakan jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan. Adapun persyaratan teknis dari jalan ini, sebagai berikut:

- a. Didesain paling rendah dengan kecepatan 15 km/jam;
- b. Lebar badan jalan paling sedikit 6,5 meter
- c. Jalan lingkungan primer yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih harus memiliki lebar badan jalan paling sedikit 3,5 meter.

2.2.1.2 Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil. Fungsi jalan pada sistem jaringan jalan sekunder terdiri dari:

1. Jalan Arteri Sekunder

Jalan ini menghubungkan menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau

kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Adapun persyaratan teknisnya, sebagai berikut:

- a. Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 30 km/jam;
 - b. Kapasitas sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata;
 - c. Lebar badan jalan paling sedikit 11 meter;
 - d. Pada jalan arteri sekunder, lalu-lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu-lintas lambat;
 - e. Persimpangan sebidang dengan pengaturan tertentu harus memenuhi kecepatan tidak kurang dari 30 km/jam.
2. Jalan kolektor sekunder

Jalan ini menghubungkan menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Adapun persyaratan teknisnya, sebagai berikut:

- a. Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 20 km/jam;
 - b. Lebar badan jalan paling sedikit 9 meter;
 - c. Memiliki kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata;
 - d. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat;
 - e. Persimpangan sebidang dengan pengaturan tertentu harus memenuhi kecepatan tidak kurang dari 20 km/jam.
3. Jalan lokal sekunder

Jalan ini menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Adapun persyaratan teknisnya, sebagai berikut:

- a. Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 10 km/jam;
- b. Lebar badan jalan tidak kurang dari 7,5 meter.

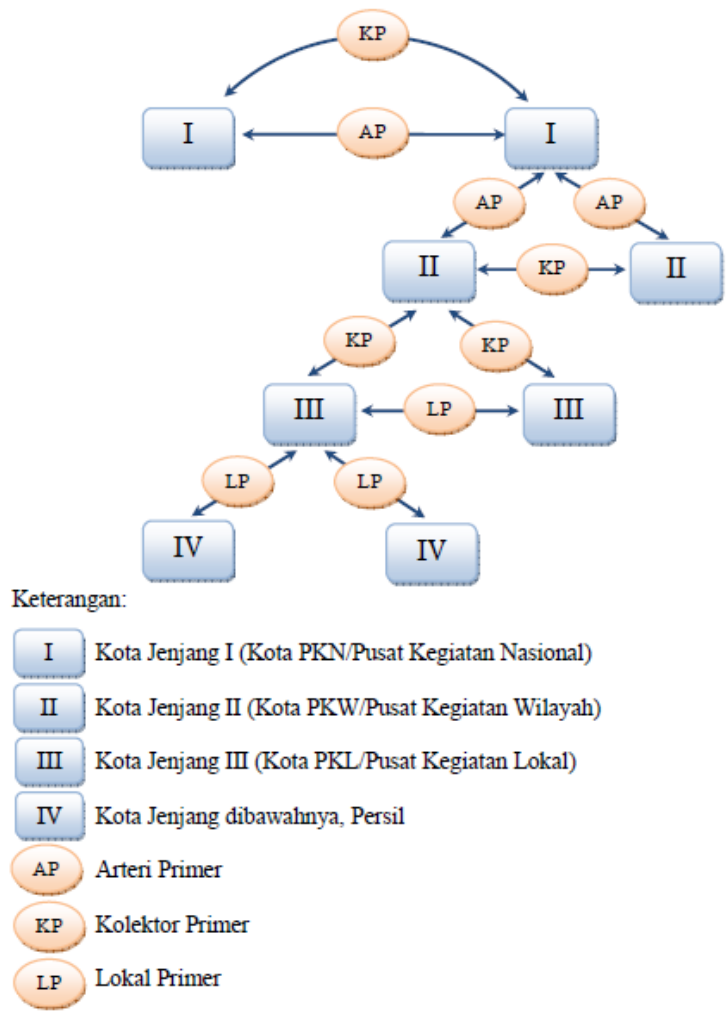
4. Jalan lingkungan sekunder

Jalan ini menghubungkan antar persil dalam kawasan perkotaan. Adapun persyaratan teknisnya, sebagai berikut:

- a. Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 10 km/jam, diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih;
- b. Lebar badan jalan tidak kurang dari 6,5 meter

- c. Jalan yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau
- d. lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 meter.

Secara diagramatis penjelasan mengenai klasifikasi jalan menurut fungsi dapat dilihat pada Gambar



Gambar 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

2.2.2 Klasifikasi menurut status jalan

Berdasarkan PP No. 34 tahun 2006 Pasal 25 sampai 30, jaringan jalan yang diklasifikasikan menurut statusnya dibedakan menjadi 5 (lima) jenis, yaitu sebagai berikut:

2.2.2.1 Jalan Nasional

Jalan yang diklasifikasikan dalam jalan nasional adalah jalan arteri primer; jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi; jalan tol; serta jalan strategis Nasional.

2.2.2.2 Jalan Provinsi

Jalan yang diklasifikasikan dalam jalan provinsi adalah jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota Provinsi dengan ibukota Kabupaten/Kota; jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota Kabupaten/Kota; jalan strategis provinsi; serta jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali jalan sebagaimana dimaksud dalam Jalan Nasional.

2.2.2.3 Jalan Kabupaten

Jalan yang diklasifikasikan dalam jalan kabupaten adalah jalan kolektor primer yang tidak termasuk dalam jalan nasional dan kelompok jalan provinsi; jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antar desa; jalan sekunder lain, selain sebagaimana dimaksud sebagai jalan nasional, dan jalan provinsi; serta jalan yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Kabupaten.

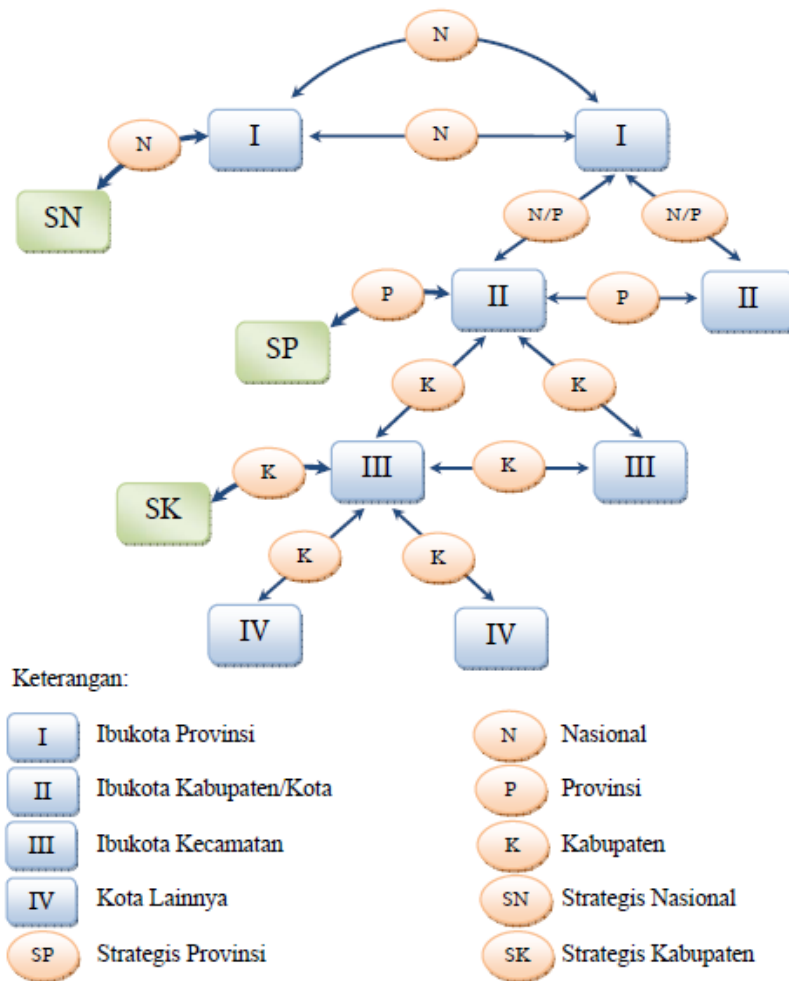
2.2.2.4 Jalan Kota

Jalan yang diklasifikasikan dalam jalan provinsi kota adalah jaringan jalan sekunder di dalam kota. Penjelasan dalam skema diagram dapat dilihat lebih lanjut pada Gambar 2.2.

2.2.2.5 Jalan Desa

Jalan yang diklasifikasikan dalam jalan desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten di dalam kawasan pedesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa.

Secara diagramatis, klasifikasi jalan menurut status dapat dilihat pada Gambar



Gambar 2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Status Jalan

2.2.3 Klasifikasi menurut kelas jalan

Kelas jalan dapat dikelompokkan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan, sesuai dengan ketentuan perundang-undangan di bidang lalu lintas dan angkutan jalan serta spesifikasi penyediaan prasarana jalan. Kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dibedakan menjadi jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil. Maksud dari spesifikasi di sini meliputi pengendalian jalan masuk, persimpangan sebidang, jumlah dan lebar lajur, ketersediaan medan, serta pagar.

2.2.3.1 Jalan bebas hambatan

Spesifikasi yang diatur untuk jalan bebas hambatan meliputi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, dilengkapi dengan median, paling sedikit mempunyai 2 (dua) lajur setiap arah, dan lebar lajur paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.

2.2.3.2 Jalan raya

Spesifikasi untuk jalan raya yang dimaksud adalah jalan umum untuk lalu lintas secara menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.

2.2.3.3 Jalan sedang

Spesifikasi untuk jalan sedang yang dimaksud adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 (tujuh) meter.

2.2.3.4 Jalan kecil

Spesifikasi untuk jalan kecil yang dimaksud adalah jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 (lima koma lima) meter.

2.3 Informasi Kondisi Jalan

2.3.1 Indeks kondisi kekasaran jalan (RCI)

Road Condition Index (RCI) atau indeks kondisi kekasaran jalan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menilai suatu kondisi jalan, dimana survei dilakukan secara pengamatan/visualisasi terhadap ruas jalan. Rentangan nilai dari RCI ini adalah dari nol sampai sepuluh, dimana nilai nol mewakili kondisi perkerasan yang paling buruk dan nilai sepuluh mewakili kondisi perkerasan yang paling baik. Selain memperhatikan kondisi perkerasan, RCI juga memperhatikan kondisi dari jenis permukaannya. Tabel 2.1 berikut ini akan menjelaskan mengenai penentuan nilai RCI ditinjau berdasarkan jenis permukaan dan kondisi secara visual.

No	Jenis Permukaan	Kondisi ditinjau Secara Visual	Nilai RCI
1	Jalan tanah dengan drainase yang jelek, dan semua tipe permukaan yang tidak diperhatikan sama sekali	Tidak bisa dilalui	0-2
2	Semua tipe perkerasan yang tidak diperhatikan sejak lama (4-5 tahun atau lebih)	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan	2-3
3	PM (Penetrasi Macadam) lama, Latasbum lama, batu kerikil	Rusak bergelombang, banyak lubang	3-4
4	PM setelah pemakaian 2 tahun, Latasbum lama	Agak rusak, kadang-kadang ada lubang, permukaan tidak rata	4-5
5	PM baru, Latasbum baru, Lasbutag setelah pemakaian 2 tahun	Cukup tidak ada atau sedikit sekali lubang, permukaan jalan agak tidak rata	5-6
6	Lapis tipis lama dari Hotmix, Latasbum baru, Lasbutag baru	Baik	6-7
7	Hotmix setelah 2 tahun, Hotmix tipis di atas PM	Sangat baik, umumnya rata	7-8
8	Hotmix baru (Lataston, Laston), peningkatan dengan menggunakan lebih dari 1 lapis	Sangat rata dan teratur	9-10

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2007. *Panduan Survei Kekasaran Permukaan Jalan Secara Visual*

2.3.2 Indeks Internasional kekasaran jalan (IRI)

International Roughness Index (IRI) atau indeks internasional kekasaran jalan merupakan indeks internasional yang menunjukkan besaran kekasaran permukaan jalan dalam satuan m/km, dimana survei dilakukan dengan menggunakan alat ukur kerataan *roughometer* NAASRA (*National Association of Australian State*

Road Authorities). Tata cara ini berguna untuk menghitung tebal lapis tambahan bila dilihat dari sisi fungsional jalan dan dilengkapi dengan formulir-formulir yang aplikatif dan komunikatif. Dalam survei ketidakrataan permukaan jalan dengan alat ukur *roughometer* NAASRA diperlukan beberapa alat bantu lainnya, yaitu: *Dipstick Floor Profiler* yang digunakan sebagai alat ukur elevasi, *Odometer* sebagai alat pengukur jarak tempuh, dua buah beban masing-masing seberat 50 kg dan alat pengukur tekanan ban.

Berdasarkan buku Panduan Survei Kekasaran Permukaan Jalan Secara Visual yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga pada tahun 2007, terdapat rumusan korelasi RCI dengan IRI, yaitu:

$$RCI = 10e^{-0.094IRI}$$

Keterangan:

RCI = *Road Condition Index*

IRI = *International Roughness Index*

2.3.3 Jenis-jenis kerusakan perkerasan aspal

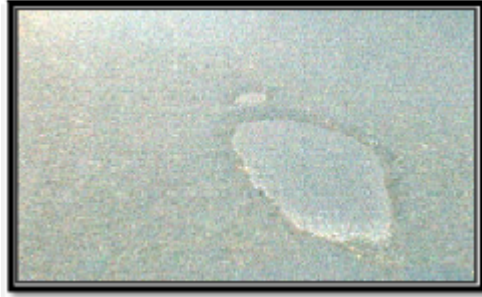
Berdasarkan Modul B.1.1. Prasarana Transportasi, Campuran Beraspal Panas, yang dikeluarkan oleh Departemen Kimpraswil Badan Penelitian dan Pengembangan pada tahun 2003, maka terdapat beberapa kelompok kerusakan yang terjadi pada perkerasan aspal.

2.3.3.1 Cacat permukaan

1. Deliminasi

Deliminasi merupakan suatu jenis kerusakan perkerasan yang disebabkan oleh:

- a. Permukaan perkerasan lama kotor
- b. Pemasangan lapis perekat tidak merata
- c. Pemadatan saat hujan
- d. Rembesan air pada retakan



Gambar 2.3 Kerusakan Deliminasi(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

2. *Bleeding*

Bleeding merupakan kerusakan yang diakibatkan sebagian atau seluruh agregat dalam campuran terselimuti aspal terlalu banyak. Penyebab bleeding adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan aspal berlebihan
- b. Penggunaan lapis perekat berlebihan
- c. Ekses dari lapisan bawahnya yang bleeding

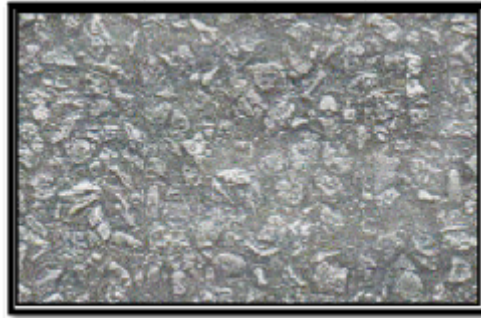


Gambar 2.4 Kerusakan *Bleeding*(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

3. Pengausan

Penyebab terjadinya pengausan adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan agregat tidak tahan aus
- b. Penggunaan agregat (kerikil) sungai



Gambar 2.5 Kerusakan Pengausan(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

4. Pelapasan butir

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan agregat kotor
- b. Penggunaan agregat yang mudah pecah
- c. Penggunaan aspal kurang
- d. Pelapukan aspal
- e. Temperature pemadatan rendah

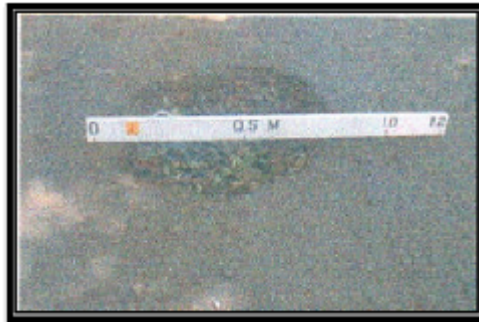


Gambar 2.6 Kerusakan Pelepasan Butir(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

5. Lubang

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan aspal kurang
- b. Penggunaan agregat kotor
- c. Penggunaan agregat yang mudah pecah
- d. Rembesan pada retakan



Gambar 2.7 Kerusakan : Lubang(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

2.3.3.2 Retak

1. Retak selip

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan lack coat kurang
- b. Pengaruh terdorong oleh paver dimana temperatur campuran rendah

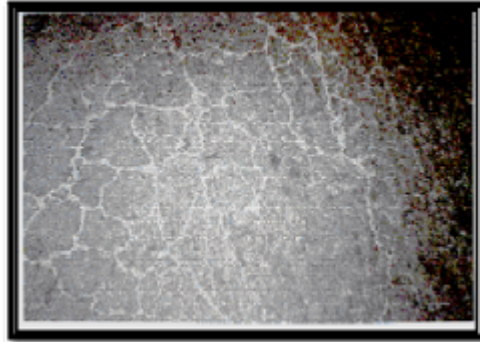


Gambar 2.8 Kerusakan : Retak selip(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

2. Retak kulit buaya

Penyebab terjadinya sebagai berikut :

- a. Pelapukan aspal
- b. Penggunaan aspal kurang
- c. Ketebalan kurang



Gambar 2.9 Kerusakan : Retak kulit buaya(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

3. Retak blok

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Pelapukan aspal
- b. Penggunaan aspal kurang
- c. Ketebalan kurang

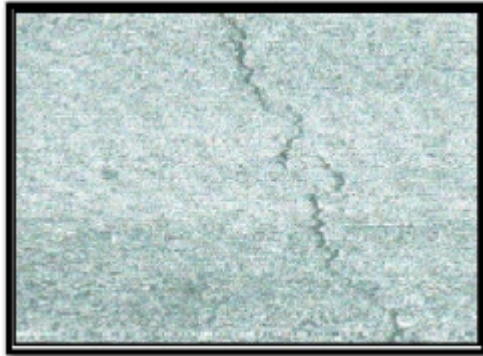


Gambar 2.10 Kerusakan : Retak blok(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

4. Retak memanjang

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Refleksi dari retak lapisan bawah
- b. Sambungan pelaksanaan kurang baik
- c. Tanah dasar ekspansif



Gambar 2.11 Kerusakan : Retak memanjang(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

5. Retak melintang

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Sambungan pelaksanaan kurang baik
- b. Retak refleksi atau susut pada lapisan bawah



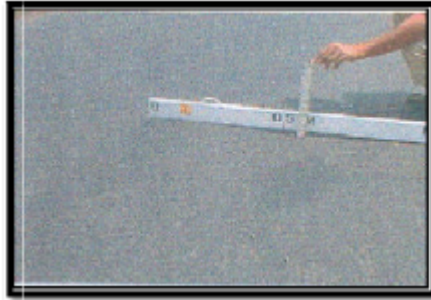
Gambar 2.12 Kerusakan : Retak melintang(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

2.3.3.2 Deformasi

1. Alur

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Daya dukung tanah dasar rendah
- b. Pemadatan rendah

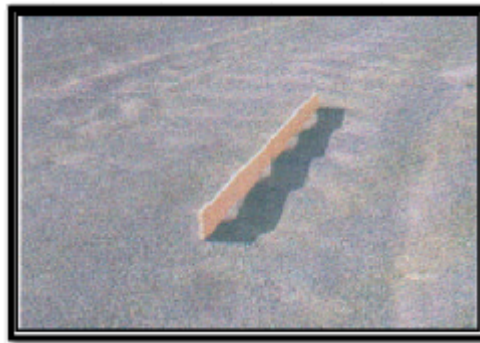


Gambar 2.13 Kerusakan : Alur(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

2. Keriting

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan aspal berlebih
- b. Pemadatan tidak baik



Gambar 2.14 Kerusakan : Keriting(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

3. Amblas

Penyebab terjadinya adalah pemadatan rendah, daya dukung tanah dan lapisan pondasi tidak seragam



Gambar 2.15 Kerusakan : Amblas(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

4. Pergeseran (*shoving*)

Penyebab terjadinya adalah sebagai berikut :

- a. Stabilitas lapisan beraspal rendah
- b. Pemasangan lack coat tidak baik



Gambar 2.16 Kerusakan : *shoving*(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

5. Deformasi plastis

Penyebab terjadinya deformasi plastis adalah penggunaan aspal yang berlebih atau kualitas penetrasi tinggi



Gambar 2.17 Kerusakan : deformasi plastis(I Nyoman Jagat Maya, 2011)

2.4 Studi Tentang Tanah

2.4.1 Proses Pembentukan Tanah

Proses pembentukan tanah diawali dari pelapukan batuan, baik pelapukan fisik maupun pelapukan kimia. Dari proses pelapukan ini, batuan akan menjadi lunak dan berubah komposisinya. Pada tahap ini batuan yang lapuk belum dikatakan sebagai tanah, tetapi sebagai bahan tanah (regolith) karena masih menunjukkan struktur batuan induk.

Proses pelapukan terus berlangsung hingga akhirnya bahan induk tanah berubah menjadi tanah. Proses pelapukan ini menjadi awal terbentuknya tanah. Sehingga faktor yang mendorong pelapukan juga berperan dalam pembentukan tanah.

Curah hujan dan sinar matahari berperan penting dalam proses pelapukan fisik, kedua faktor tersebut merupakan komponen iklim. Sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu faktor pembentuk tanah adalah iklim. Ada beberapa faktor lain yang memengaruhi proses pembentukan tanah, yaitu organisme, bahan induk, topografi, dan waktu.

2.4.2 Klasifikasi Tanah

Tanah adalah lapisan atas bumi yang merupakan campuran dari pelapukan batuan dan jasad makhluk hidup yang telah mati dan membusuk. Oleh pengaruh cuaca, jasad makhluk hidup tadi menjadi lapuk, mineral-mineralnya terurai (terlepas), dan kemudian membentuk tanah yang subur. Tanah juga disebut lithosfer (lith = batuan) karena dibentuk dari hasil pelapukan batuan.

Tanah memiliki banyak jenis karena perbedaan proses pembentukan dan unsur yang terdapat di dalamnya juga berbeda. Berikut jenis-jenis tanah yang ada pada lokasi penelitian.

a. Tanah Alluvial

Tanah aluvium adalah tanah hasil erosi yang diendapkan di dataran rendah. Ciri-ciri tanah aluvium adalah berwarna kelabu dan subur. Tanah ini cocok untuk tanaman padi, palawija, tebu, kelapa, tembakau, dan buah-buahan. Tanah jenis ini banyak terdapat di Sumatra bagian Timur, Jawa bagian utara, Kalimantan bagian barat dan selatan, serta Papua utara dan selatan.

Jenis tanah ini masih muda, belum mengalami pengembangan, berasal dari abahn induk aluvium, tekstur beraneka ragam, belum terbentuk tekstur, konsistensi dalam keadaan basah lekat, PH bermacam-macam, kesuburan sedang hingga tinggi.

Tanah aluvial hanya meliputi lahan yang sering atau baru saja mengalami banjir, sehingga dapat dianggap masih muda dan belum ada diferensiasi horison. Endapan aluvial yang sudah tua dan menampakkan akibat pengaruh iklim dan vegetasi tidak termasuk aluvial.

Kebanyakan tanah aluvial sepanjang aliran besar merupakan campuran mengandung cukup banyak hara tanaman, sehingga umumnya dianggap tanah subur sejak dulu.



Gambar 2.18 Tanah alluvial

b. Tanah Asosiasi Aluvial Kelabu

Jenis tanah ini perkembangannya lebih dipengaruhi oleh faktor lokal yaitu topografi yang berupa dataran rendah atau cekungan. Jenis tanah ini merupakan tanah alluvial yang terendap bersama dengan pasir dan batuan lainnya..

c. Tanah Mediteran

Tanah mediteran adalah tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan kapur dan bersifat tidak subur. Misalnya, bisa kita temukan pada tanah-tanah di Nusa Tenggara, Maluku, dan Jawa Tengah. Jenis tanah ini berasal dari batuan kapur keras (limestone), yang pada umumnya tersebar terdapat di daerah beriklim subhumid, topografi karst, dan lereng vulkan dengan ketinggian di bawah 400 m. Tanah ini berwarna coklat, merah, atau kuning.

Tanah mediteran yang berbahan induk batu kapur mempunyai nilai pH yang lebih tinggi dibanding dari yang berbahan induk batu pasir. PH tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bahan induk tanah, pengendapan, vegetasi alami, pertumbuhan tanaman, kedalaman tanah dan pupuk nitrogen.

Jenis tanah mediteran memiliki pH tanah yang seringkali di atas 7. Tanah yang bersifat alkalis mengikat fosfat sehingga akan menjadi kendala bagi tanaman untuk tumbuh. Oleh karena itu, jenis tanah ini tidak cocok untuk dijadikan lahan pertanian.



Gambar 2.19 Tanah mediteran

d. Tanah Vulkanik

Tanah vulkanik adalah tanah hasil pelapukan abu vulkanik dari gunung berapi. Tanah vulkanik dibagi menjadi dua.

1. **Regosol.** Tanah regosol berciri-ciri: berbutir kasar, berwarna kelabu sampai kuning, dan berbahan organik sedikit. Tanah ini cocok untuk tanaman palawija (seperti jagung), tembakau, dan buah-buahan. Jenis tanah ini banyak terdapat di P. Sumatra, Jawa, dan Nusa Tenggara



Gambar 2.20 Tanah regosol

2. **Latosol.** Tanah latosol berciri-ciri: berwarna merah hingga kuning, kandungan bahan organik sedang, dan bersifat asam. Tanah ini cocok untuk tanaman palawija, padi, kelapa, karet, kopi, dll. Jenis tanah ini banyak terdapat di Sumatra Utara, Sumatra Barat, Bali, Jawa, Minahasa, dan Papua.



Gambar 2.21 Tanah latosol

d. Tanah Grumosol

Dalam USDA, grumosol tergolong dalam ordo vertisol. Vertisol merupakan tanah dengan kandungan lempung yang sangat tinggi. Vertisol sangat lekat ketika basah, dan menjadi pecah-pecah ketika kering. Vertisol memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi dan juga mampu menyimpan hara yang dibutuhkan tanaman. Grumosol sendiri merupakan tanah dengan warna kelabu hingga hitam serta memiliki pH netral hingga alkalis. Di Indonesia, jenis tanah ini terbentuk pada tempat-tempat yang tingginya tidak lebih dari 300 m di atas permukaan laut dengan topografi agak bergelombang hingga berbukit, temperatur rata-rata 25°C, curah hujan <2.500 mm, dengan pergantian musim hujan dan kemarau yang nyata.

Grumosol banyak terdapat di Sumatra Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, serta Nusa Tenggara Timur. Grumosol banyak dimanfaatkan untuk pertanian jenis rumput-rumputan atau pohon-pohon jati.



Gambar 2.22 Tanah grumosol

e. Tanah Gerosol

Tanah gerosol adalah tanah berbutir kasar dan berasal dari material gunung api. Tanah gerosol berupa tanah aluvial yang baru diendapkan. Material jenis tanah ini berupa abu vulkan dan pasir vulkan. Tanah gerosol merupakan hasil erupsi gunung berapi, bentuk wilayahnya berombak sampai bergunung, bersifat subur, tekstur tanah ini biasanya kasar, berbutir kasar, peka terhadap erosi, berwarna keabuan, kaya unsur hara seperti P dan K yang masih segar, kandungan N kurang, pH 6 - 7, cenderung gembur, umumnya tekstur makin halus makin produktif, kemampuan menyerap air tinggi, dan mudah tererosi.

Ciri-ciri fisik tanah gerosol adalah memiliki butiran kasar. Ciri lainnya adalah belum menampakkan adanya peralihan horisontal. Warna bervariasi dari merah kuning, coklat kemerahan, coklat dan coklat kekuningan. Itu karena bergantung pada material dominan yang dikandungnya. Karena tanah gerosol berasal dari erupsi gunung berapi, maka tanah jenis ini banyak terdapat di setiap pulau yang memiliki gunung api baik yang aktif maupun yang sudah mati,

contohnya seperti Bengkulu, pantai Sumatera Barat, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara Barat. Di Kalimantan tidak ada tanah gerosol karena tidak ada aktivitas vulkanik. Geologi daerah Kalimantan relatif stabil. Pulau ini tidak mengalami aktivitas tektonik dan vulkanik. Hal ini disebabkan karena Kalimantan tidak berada pada jalur gunung api dunia atau *Ring of fire* sehingga tidak ada tanah gerosol yang berasal dari endapan abu vulkanik.

Tanah gerosol sangat cocok untuk pertanian khususnya tanaman padi, kelapa, tebu, palawija, tembakau, dan sayuran. Itulah sebabnya mengapa tanah di lereng gunung berapi yang baru saja mengalami erupsi sangat subur dan sangat baik untuk pertanian.



Gambar 2.23 Tanah gerosol

2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)

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

dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

Pengertian *Geographic Information System* atau Sistem Informasi Geografis (SIG) sangatlah beragam, karena memang defenisi SIG selalu berkembang, bertambah dan sangat bervariasi, dibawah ini adalah beberapa definisi SIG, diantaranya :

1. Darmawan, A. 2006 menyatakan Sistem Informasi Geografi (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat.
2. Imantho. 2004 menyatakan Sistem Informasi Geografis (GIS) merupakan suatu bidang kajian ilmu yang relatif baru yang dapat digunakan oleh berbagai bidang disiplin ilmu sehingga berkembang dengan sangat cepat. Secara umum, satu fungsi dari GIS yang sangat penting adalah kemampuan untuk menganalisis data, terutama data spasial yang kemudian menyajikannya dalam bentuk suatu informasi spasial berikut data atributnya (Imantho. 2004).
3. Kang-Tsung Chang (2002), mendefinisikan SIG sebagai : *is an a computer system for capturing, storing, querying, analyzing, and displaying geographic data.*
4. Arronoff (1989), mendefinisiskan SIG sebagai suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (*output*). Hasil akhir (*output*) dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.
5. Menurut Gistut (1994) menyatakan SIG adalah sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG yang lengkap mencakup metodologi dan teknologi yang

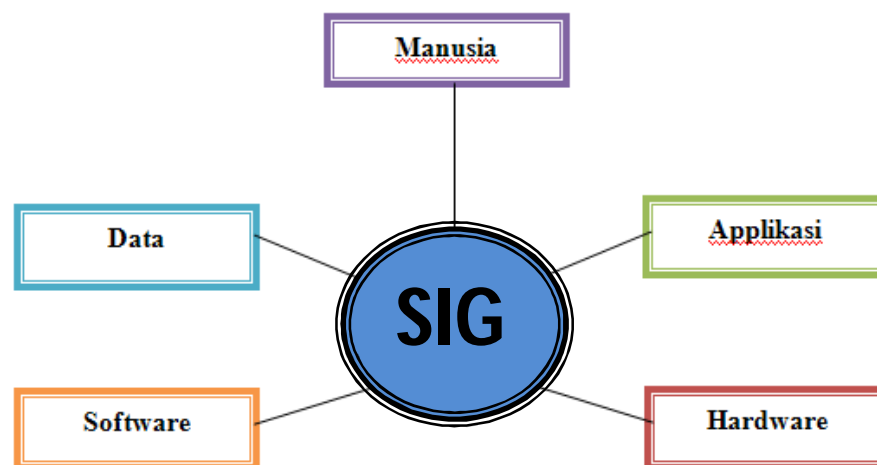
diperlukan yaitu data spasial perangkat keras, perangkat lunak dan struktur organisasi.

6. Burrough (1986) mendefinisikan SIG adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk memasukan, menyimpan, mengelola, menganalisis dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan.

Dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki empat komponen utama, kombinasi yang benar antara keempat komponen utama ini akan menentukan kesuksesan suatu proyek pengembangan.

Komponen utama Sistem Informasi Geografi, yaitu: (Darmawan, A. 2006)

- a. Perangkat keras (*digitizer, scanner, Central Processing Unit (CPU), hard-disk, dan lain-lain*),
- b. Perangkat lunak (*ArcView, Idrisi, ARC/INFO, ILWIS, MapInfo, arc view dan lainnya*),
- c. Organisasi (*management*), dan Pemakai (*user*).



Gambar 2.24 Komponen Utama SIG

Data-data yang diolah dalam SIG, yaitu (Darmawan, A. 2006) :

1. Data spasial, merupakan data yang berkaitan dengan lokasi keruangan yang umumnya berbentuk peta.

2. Data atribut dalam bentuk digital, merupakan data tabel yang berfungsi menjelaskan keberadaan berbagai objek sebagai data spasial.

Penyajian data spasial mempunyai tiga cara dasar, yaitu: (Darmawan, A. 2006)

1. Bentuk titik, merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat x,y yang menunjukkan lokasi suatu obyek berupa ketinggian, lokasi kota, lokasi pengambilan sampel dan lain-lain.
2. Bentuk garis, merupakan sekumpulan titik-titik yang membentuk suatu kenampakan memanjang seperti sungai, jalan, kontur dan lain-lain
3. Bentuk area (*polygon*) adalah kenampakan yang dibatasi oleh suatu garis yang membentuk suatu ruang homogen, misalnya: batas daerah, batas penggunaan lahan, pulau dan lain sebagainya.

Struktur data spasial dibagi dua yaitu model data raster dan model data vektor. Data raster adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (*grid*)/sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur. Data vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area (*polygon*).

Menurut Darmawan. 2006 Sistem informasi geografi menyajikan informasi keruangan dan atributnya yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

1. Masukan data

Merupakan proses pemasukan data pada komputer dari peta (peta topografi dan peta tematik), data statistik, data hasil analisis penginderaan jauh data hasil pengolahan citra digital penginderaan jauh, dan lain-lain. Data-data spasial dan atribut baik dalam bentuk analog maupun data digital tersebut dikonversikan kedalam format yang diminta oleh perangkat lunak sehingga terbentuk basis data (*database*).

2. Penyimpanan data dan pemanggilan kembali (*data storage* dan *retrieval*)

Merupakan proses penyimpanan data pada komputer dan pemanggilan kembali dengan cepat (penampilan pada layar monitor dan dapat ditampilkan atau cetak pada kertas).

3. Manipulasi data dan analisis

Merupakan kegiatan yang dapat dilakukan berbagai macam perintah misalnya *overlay* antara dua tema peta, membuat *buffer zone* jarak tertentu dari suatu area atau titik dan sebagainya. Manipulasi dan analisis data merupakan ciri utama dari SIG. Kemampuan SIG dalam melakukan analisis gabungan dari data spasial dan data atribut akan menghasilkan informasi yang berguna untuk berbagai aplikasi.

4. Pelaporan data

Merupakan proses menyajikan data dasar, data hasil pengolahan data dari model menjadi bentuk peta atau data tabular. Bentuk produk suatu SIG dapat bervariasi baik dalam hal kualitas, keakuratan dan kemudahan pemakainya. Hasil ini dapat dibuat dalam bentuk peta-peta, tabel angka-angka: teks di atas kertas atau media lain (*hard copy*), atau dalam cetak lunak (*softcopy*).

2.5.1 Pemasukan Data Pada SIG

Pemasukan data pada SIG melibatkan banyak hal, baik *hardware* maupun *software* nya, begitu juga dengan proses manajemen data serta *output* datanya. Akan tetapi, untuk proses analisis dan manipulasi data hanya program GIS yang bisa melakukannya, misalnya *ArcGIS*. Proses pemasukkan data biasanya merupakan proses yang rumit, kadang proses pemasukkan data dipelajari lebih belakangan dibandingkan dengan proses-proses yang lainnya. Karena memang saat ini sudah banyak sekali data-data peta digital (bentuk vektor dan grid) yang beredar, sehingga untuk menghasilkan *output GIS* yang baik, tidak perlu lagi melakukan proses pemasukkan data (merubah peta *hardcopy* menjadi *softcopy*).

Pemasukan data merupakan proses memasukkan data pada komputer dari peta (peta topografi dan peta tematik), data statistik, data hasil analisis penginderaan jauh, data citra, dan lain-lain. Data spasial dan atribut, baik dalam bentuk analog atau data digital dikonversikan ke format yang diminta perangkat lunak sehingga terbentuk basisdata. Basisdata adalah pengorganisasian data yang tidak berlebihan pada komputer sehingga dapat dilakukan pengembangan, pembaharuan, pemanggilan, dan dapat digunakan secara bersama oleh pengguna.

Ada beberapa macam sumber data spasial yang dapat digunakan dalam GIS diantaranya, yaitu : (Darmawan, A. 2006)

1. Peta analog

Peta analog adalah peta dalam bentuk cetakan seperti peta rupa bumi yang diterbitkan Bakosurtanal. Peta analog juga bisa diperoleh dari hasil pencetakan peta digital. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, sehingga sudah mempunyai referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya, walaupun pada akhirnya koordinatnya harus dikoreksi kedalam koordinat digital. Peta analog harus dikonversikan menjadi peta digital dengan berbagai cara misalnya digitasi.

2. Data dari sistem Penginderaan Jauh

Data Pengindraan Jauh dapat dikatakan sebagai sumber data yang terpenting bagi SIG karena ketersediaannya secara berkala. 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 seperti citra satelit dan foto udara.

3. Data hasil pengukuran lapangan

Contoh data hasil pengukuran lapang adalah data batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak perusahaan hutan dan sebagainya, 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 seiring dengan pencabutan *Selective Availability* (SA) oleh Amerika Serikat (AS). Sebelum SA dicabut oleh AS keakuratan sebuah GPS hanya 100m dari seharusnya, sebagai contoh untuk keakuratan sebuah GPS Navigasi sampai dengan 10 meter. Data posisi GPS dapat digunakan sebagai data dasar koordinat bumi, selain itu hasil traning area sebuah GPS dapat juga digunakan sebagai data penunjang dalam pembuatan peta.

2.5.2 Data Spasial

Perkembangan pemanfaatan data spasial dalam dekade belakangan ini meningkat dengan sangat drastis. Hal ini berkaitan dengan meluasnya pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan perkembangan teknologi dalam memperoleh, merekam dan mengumpulkan data yang bersifat keruangan (spasial). Teknologi tinggi seperti *Global Positioning System (GPS)*, *remote sensing* dan *total station*, telah membuat perekaman data spasial digital relatif lebih cepat dan mudah. Kemampuan penyimpanan yang semakin besar, kapasitas transfer data yang semakin meningkat, dan kecepatan proses data yang semakin cepat menjadikan data spasial merupakan bagian yang tidak terlepas dari perkembangan teknologi informasi.

Sistem informasi atau data yang berbasis keruangan pada saat ini merupakan salah satu elemen yang paling penting, karena berfungsi sebagai pondasi dalam melaksanakan dan mendukung berbagai macam aplikasi. Sebagai contoh dalam bidang lingkungan hidup, perencanaan pembangunan, tata ruang, manajemen transportasi, pengairan, sumber daya mineral, sosial dan ekonomi, dll. Oleh karena itu berbagai macam organisasi dan institusi menginginkan untuk mendapatkan data spasial yang konsisten, tersedia serta mempunyai aksesibilitas yang baik. Terutama yang berkaitan dengan perencanaan ke depan, data geografis masih dirasakan mahal dan membutuhkan waktu yang lama untuk memproduksinya (Rajabidfard, A. dan I.P. Williamson 2000). Beberapa tahun belakangan ini banyak negara yang telah melakukan investasi dalam kegiatan pembangunan dan pengembangan sistem informasi. Terutama dalam penggunaan, penyimpanan, proses, analisis dan penyebaran suatu informasi.

Data spasial mempunyai pengertian sebagai suatu data yang mengacu pada posisi, obyek, dan hubungan diantaranya dalam ruang bumi (Gumelar, D. 2007). Data spasial merupakan salah satu item dari informasi, dimana didalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, dibawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfer (Rajabidfard dan Williamson, 2000). Data spasial dan informasi turunannya digunakan untuk menentukan posisi dari identifikasi suatu elemen di permukaan bumi

(Radjabidfard 2001). Lebih lanjut lagi *Mapping Science Committee* (1995) dalam Rajabidfard (2001) menerangkan mengenai pentingnya peranan posisi lokasi yaitu, (1) pengetahuan mengenai lokasi dari suatu aktifitas memungkinkan hubungannya dengan aktifitas 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 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 dasawarsa ini. Prinsip tersebut adalah perkembangan teknologi, kepedulian terhadap lingkungan hidup, konflik politik atau perang dan 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 tersebut dilakukan melalui kegiatan pemetaan dengan menggunakan komputer dan pengamatan terhadap bumi dengan menggunakan satelit penginderaan jauh. 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 (Rajabidfard dan Wiliamson. 2000),.

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

Pada pemanfaatannya data spasial yang diolah dengan menggunakan komputer (data spasial digital) menggunakan model sebagai pendekatannya. *Economic and Social Commission for Asia and the Pasific (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) menjabarkan *model data vektor* menjadi beberapa bagian lagi.

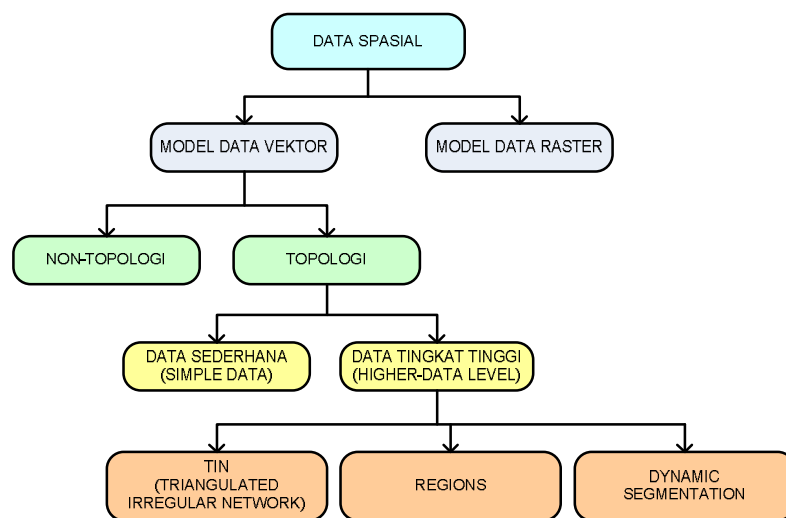


Diagram 2.25 Klasifikasi Model data Spasial

2.5.3 Pengenalan Mengenai Software ArcGIS

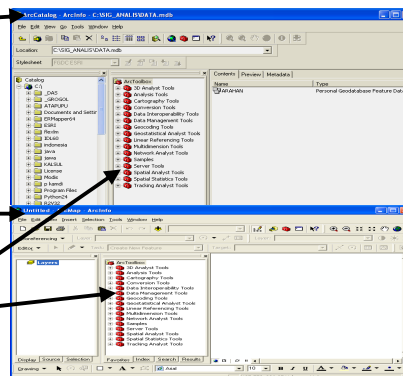
Perangkat lunak ArcGIS merupakan perangkat lunak SIG yang baru dari ESRI, yang memungkinkan kita memanfaatkan data dari berbagai format data. Dengan ArcGIS kita memanfaatkan fungsi *desktop* maupun jaringan. Dengan ArcGIS kita bisa memakai fungsi pada *level ArcView, ArcEditor, Arc/Info* dengan fasilitas *ArcMap, Arc Catalog* dan *Toolbox*. Materi yang disajikan adalah konsep SIG, pengetahuan peta, pengenalan dan pengoperasian ArcGIS, input data dan manajemen data spasial, pengoperasian *Arc Catalog*, komposisi atau tata letak peta dengan *ArcMap*.

ArcGIS menyediakan sebuah kerangka kerja bertingkat bagi satu atau lebih pengguna pada *desktop, server, Web*, dan untuk di lapangan. ArcGIS merupakan integrasi dari produk-produk software GIS untuk membangun sebuah Sistem Informasi Geografi yang lengkap, terdiri dari 4 lingkungan kerja utama untuk pengembangan GIS (Satar, M. 2007) :

- a. ArcGIS Desktop adalah sebuah rangkaian yang terintegrasi dari aplikasi GIS professional. Kebanyakan pengguna mengenalnya dalam tiga produk: *ArcView, ArcEditor, and ArcInfo*.
- b. Server GIS, *ArcIMS, ArcGIS Server, dan ArcGIS Image Server*.
- c. Mobile GIS, *ArcPad dan ArcGIS Mobile* untuk di survei lapangan.
- d. *ESRI Developer Network (EDN)*, Untuk pengembangan komponen *software*, kostumasi GIS *desktops, GIS applications, GIS services* dan aplikasi web, serta pembuatan *mobile solutions*. Semuanya berbasis *ArcObjects (a common, modular library of re-useable GIS software components)*.

Tiga bagian dari ArcGIS 9.3:

1. ArcCatalog merupakan alat atau fasilitas untuk melihat/mencari, mengorganisasi, mengatur, mendistribusikan, dan mendokumentasikan kumpulan data SIG.



Gambar 2.26 Komponen ArcGIS (Fajar Dwi, 2012)