

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Bencana Tanah Longsor

Longsoran atau gerakan massa erat kaitannya dengan proses-proses yang terjadi secara ilmiah pada suatu bentang alam. Bentang alam merupakan suatu bentukan alam pada permukaan bumi misalnya bukit, perbukitan, gunung, pegunungan, dataran dan cekungan (Dwikorita, 2005). Tanah Longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering melanda daerah tropis basah. Kerusakan yang ditimbulkan oleh gerakan massa tidak hanya kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun adanya korban manusia, akan tetapi juga kerusakan secara tidak langsung yang melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di daerah bencana dan sekitarnya (Hardiyatmo, 2006).

II.1.1 Pengertian Tanah Longsor

Tanah longsor atau sering disebut gerakan tanah adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong adalah faktor-faktor yang memengaruhi kondisi material sendiri, sedangkan faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan Bergeraknya material tersebut. Berikut beberapa dari tokoh yang telah dipublikasikan di beberapa pustaka:

1. Skempton dan Hutchinson (1969) tanah longsor atau gerakan tanah didefinisikan sebagai gerakan menuruni lereng oleh massa tanah dan atau batuan penyusun lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut.
2. Varnes (1978) mengusulkan terminologi gerakan lereng yang dianggap lebih tepat untuk mendefinisikan longsoran, yaitu sebagai gerakan material

penyusun lereng ke bawah atau keluar lereng di bawah pengaruh gravitasi bumi.

3. Arsyad (1989) mengemukakan bahwa longsor terjadi sebagai akibat meluncurnya suatu volume tanah di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air. Dalam hal ini lapisan yang terdiri dari tanah liat atau mengandung kadar tanah liat tinggi dan dapat juga berupa lapisan batuan seperti napal liat (*clay shale*) setelah jenuh air akan bertindak sebagai peluncur.
4. Cruden (1991) mengatakan longsoran sebagai pergerakan tanah suatu massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material penyusun lereng (yang merupakan percampuran tanah dan batuan) menuruni lereng.
5. Brook dkk (1991) mengatakan bahwa tanah longsor adalah salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan dan runtuh batuan/tanah yang terjadi seketika yang bergerak menuju lereng-lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur dari atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (bidang luncur). Oleh karena itu tanah longsor dapat juga dikatakan sebagai bentuk erosi.
6. Selby (1993) menjelaskan longsoran hanya tepat diterapkan pada proses pergerakan massa yang melalui bidang gelincir yang jelas.
7. Dwikorita (2005) longsor adalah gerakan menuruni atau keluar lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng ataupun percampuran keduanya sebagai bahan rombakan, akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusunnya.

II.1.2 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Banyak faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng yang mengakibatkan terjadinya longsoran. Faktor - faktor tersebut semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrografi, topografi, iklim dan perubahan cuaca. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan. Terdapat beberapa faktor penyebab tanah longsor, diantaranya yaitu:

1. Jenis Tanah

Jenis tanah juga mempengaruhi penyebab terjadinya longsor. Tanah yang mempunyai tekstur renggang, lembut yang sering disebut tanah lempung atau tanah liat dapat menyebabkan longsor. Apa lagi ditambahkan pada saat musim penghujan kemungkinan longsor akan lebih besar pada tanah jenis ini. Hal ini dikarenakan ketebalan tanah tidak lebih dari 2,5 m dengan sudut lereng 22 derajat. Selain itu kontur tanah ini mudah pecah jika udara terlalu panas dan menjadi lembek jika terkena air yang mengakibatkan rentan pergerakan tanah.

2. Curah Hujan

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah permukaan. Pada saat hujan, air akan menyusup ke bagian yang retak. Tanah pun dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena melalui tanah yang merekah itulah, air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral. Apabila ada pepohonan di permukaan, pelongsoran dapat dicegah karena air akan diserap oleh tumbuhan. Akar tumbuhan juga berfungsi sebagai pengikat tanah.

3. Kemiringan Lereng

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Kecuraman lereng 100 persen sama dengan kecuraman 45 derajat. Selain memperbesar jumlah aliran permukaan, makin curam lereng juga memperbesar kecepatan aliran permukaan, dengan itu memperbesar energi angkut air.

Klasifikasi kemiringan lereng untuk pemetaan ancaman tanah longsor dibagi dalam lima kriteria diantaranya yaitu lereng datar dengan kemiringan 0-8%, landai berombak sampai bergelombang dengan kemiringan 8-15%, agak curam berbukit dengan kemiringan 15-25%, curam sampai sangat curang 25-40%, sangat curam dengan kemiringan >40%. Wilayah yang kemiringan lereng antara 0-15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada kawasan rawan gempa bumi semakin besar.

4. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (*land use*) adalah modifikasi yang dilakukan oleh manusia terhadap lingkungan hidup menjadi lingkungan terbangun seperti lapangan, pertanian, dan permukiman. Permukiman yang menutupi lereng dapat mempengaruhi penstabilan yang negatif maupun positif. Sehingga tanaman yang disekitarnya tidak dapat menopang air dan meningkatkan kohesi tanah, atau sebaliknya dapat memperlebar keretakan dalam permukaan baruan dan meningkatkan peresatan.

Penggunaan lahan seperti persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.

5. Getaran

Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan. Akibat yang ditimbulkannya adalah tanah, badan jalan, lantai, dan dinding rumah menjadi retak.

6. Susut muka air danau atau bendungan

Akibat susutnya muka air yang cepat di danau maka gaya penahan lereng menjadi hilang, dengan sudut kemiringan waduk 220° mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

7. Adanya beban tambahan

Adanya beban tambahan seperti beban bangunan pada lereng, dan kendaraan akan memperbesar gaya pendorong terjadinya longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah. Akibatnya adalah sering terjadinya penurunan tanah dan retakan yang arahnya ke arah lembah.

8. Pengikisan/erosi

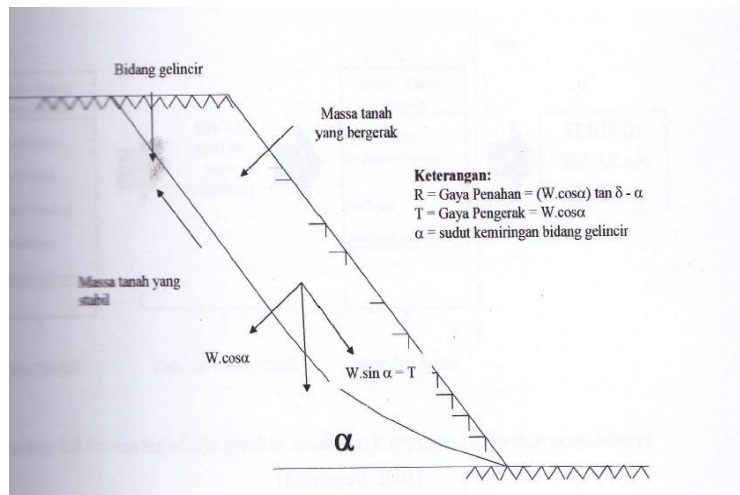
Pengikisan banyak dilakukan oleh air sungai ke arah tebing. Selain itu akibat penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai, tebing akan menjadi terjal.

9. Adanya material timbunan pada tebing

Untuk mengembangkan dan memperluas lahan pemukiman umumnya dilakukan pemotongan tebing dan penimbunan lembah. Tanah timbunan pada lembah tersebut belum terpadatkan sempurna seperti tanah asli yang berada di bawahnya. Sehingga apabila hujan akan terjadi penurunan tanah yang kemudian diikuti dengan retakan tanah.

Tanah Longsor terjadi jika dipenuhi tiga keadaan, yaitu:

1. Kelerengan yang curam,
2. Terdapat bidang peluncur di bawah permukaan tanah yang kedap air,
3. Terdapat cukup air (dari hujan) di dalam tanah di atas lapisan kedap, sehingga tanah jenuh air. Air hujan yang jatuh dari di atas permukaan tanah kemudian menjenuhi tanah sangat menentukan kestabilan lereng, yaitu menurunnya tanah sangat menentukan kestabilan lereng, menurunnya ketahanan geser tanah (t) yang jauh lebih besar dari penurunan tekanan geser tanah (s), sehingga faktor keamanan lereng (F) menurun tajam ($F=t/s$), menyebabkan lereng rawan longsor.

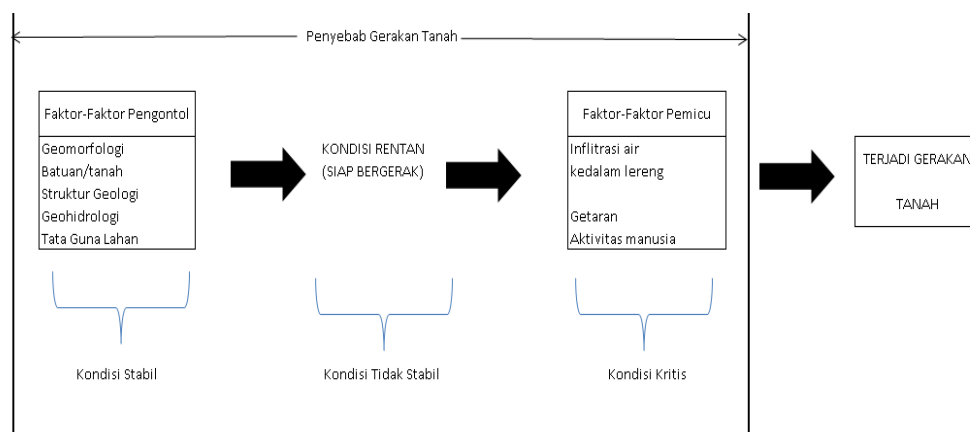


Gambar 2.1 Gaya-gaya yang mengontrol kestabilan suatu lereng (Karnawati, 2005)

II.1.3 Proses Terjadinya Tanah Longsor

Pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh antara beberapa kondisi yang meliputi geologi, morfologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. kondisi-kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mewujudkan suatu kondisi lereng yang mempunyai kecenderungan atau berpotensi untuk bergerak (Karnawati, 2005). Kondisi lereng demikian disebut kondisi rentan untuk bergerak. Jadi, pengertian rentan disini berarti berpotensi atau kecenderungan untuk bergerak namun belum mengalami gerakan.

Proses dan tahapan terjadinya gerakan tanah secara sistematis dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Proses terjadinya gerakan tanah dan komponen-komponen penyebabnya (Karnawati, 2005)

Dari gambar 2.2 dijelaskan bahwa terjadinya proses gerakan tanah melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap stabil
2. Tahap rentan
3. Tahap kritis
4. Tahap benar-benar bergerak

Gambar di atas juga menunjukkan bahwa penyebab gerakan tanah dapat dibedakan faktor pengontrol (faktor-faktor yang mengkondisikan suatu lereng menjadi rentan atau siap bergerak). Penyebab langsung yang berupa pemicu yaitu proses-proses yang merubah kondisi lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi kondisi benar-benar bergerak setelah melampaui kondisi kritis.

Menurut proses terjadinya (Swanston dan Swanson, 1980) tanah longsor dikelompokkan menjadi jatuhan, longsor, aliran, rayapan, dan bandang. Masing-masing tipe terjadi pada medan dengan karakteristik yang berbeda satu dengan yang lain, hal ini karena bencana tanah longsor disebabkan oleh beberapa faktor.

Tabel 2.1 Klasifikasi Longsor

Jenis	Deskripsi	Terbentuk Oleh	Penyebab
Jatuhan (<i>falls</i>)	Gerakan udara; melambung, memutar, menggelinding, sangat cepat	Pengangkatan atau lereng, curam, patahan batuan, kurangnya ketahanan vegetasi	Pemindahan daya dukung, penjepit dan pengumpul, gempa, kelebihan beban
Longsor (<i>slide</i>)	Material yang bergerak tidak banyak berubah bentuk; bergerak sepanjang bidang luncur; lambat-cepat	Zona massif di atas zona lunak, adanya lapisan dasar yang kedap, buruknya sedimentasi, atau sedimen yang tak terkonsolidasi	Terlalu curam, penurunan friksi internal

Tabel 2.1 (Lanjutan)

Jenis	Deskripsi	Terbentuk Oleh	Penyebab
Aliran (<i>flows</i>)	Bergerak dalam bentuk cairan lumpur; lambat-cepat	Bahan tak terkonsolidasi, perubahan permeabilitas, sedimen halus yang kedap pada batuan dasar	Penurunan friksi internal karena kandungan air
Rayapan (<i>creep</i>)	Gerakan lambat ke arah lereng bawah; beberapa cm/thn	Tingginya perubahan temperatur harian, perubahan period kering-hujan, siklus kembang-kerut	Goyangan pohon, penjepit dan pengumpul, pemotongan tebing atau erosi jurang
Bandang (<i>debris, torrents</i>)	Gerakan cepat dari yang bermuatan tanah, batu dan material organik di saluran sungai	Saluran curam, lapisan tipis dari material yang tak terkonsolidasi di atas batuan induk didalam saluran, lapisan partikel-partikel liat dari bidang luncur jika basah	Debit aliran tinggi, tanah jenuh air, sering tandai oleh longsor tanah/batu, penggundulan hutan

Sumber: Swanston dan Swanson (1980)

II.2 Pemetaan Risiko Bencana

Pemetaan dapat diartikan sebagai proses pengukuran, perhitungan dan penggambaran objek-objek di permukaan bumi dengan menggunakan cara dan atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil berupa peta. Peta menyajikan kumpulan titik-titik, garis-garis, dan area-area yang didefinisikan oleh lokasinya dengan sistem koordinat tertentu dan oleh atribut non spasialnya. Risiko bencana

adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu kawasan dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana).

Kajian Risiko Bencana adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis Tingkat Ancaman, Tingkat Kerentanan dan Kapasitas Daerah. Upaya pengkajian risiko bencana pada dasarnya adalah menentukan besaran tiga komponen risiko tersebut dan menyajikannya dalam bentuk spasial maupun non spasial agar mudah dimengerti. Kajian tersebut dapat menghasilkan sebuah Peta Risiko Bencana, yaitu gambaran Tingkat Risiko bencana suatu daerah secara spasial dan non spasial berdasarkan Kajian Risiko Bencana suatu daerah. Hasil dari semua pengkajian risiko bencana digunakan sebagai salah satu dasar untuk menyusun aksi praktis dalam rangka kesiapsiagaan, seperti menyusun rencana dan jalur evakuasi, pengambilan keputusan daerah tempat tinggal dan sebagainya.

Wilayah Negara Indonesia yang merupakan wilayah rawan bencana akan bahaya dapat dilihat dari geografis, klimatologis, dan demografis. Sesuai dengan Undang-Undang RI No.24 tahun 2004 tentang Penanggulangan Bencana, bahwa diperlukan perencanaan bencana di setiap wilayah administrasi Indonesia. Didalam perencanaan tersebut tercantum data dan informasi tentang risiko bencana pada suatu daerah dalam waktu tertentu, dimana data dan informasi itu nantinya untuk pengambilan kebijakan akan penanggulangan bencana. Perlunya studi risiko bencana yang baik, tepat dan teliti sesuai dengan kondisi suatu wilayah sehingga nantinya dihasilkan informasi yang benar-benar nyata (Nugraha, 2013).

II.2.1 Analisis Risiko Bencana

Analisis risiko dapat dilakukan dengan beberapa metode. Salah satunya menggunakan metode VCA (*Vulnerability capacity Analysis*). Dengan parameter ancaman, kerentanan dan kapasitas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = H \times \frac{V}{C} \quad \text{dimana} \quad R = \text{Risiko}$$

H = Ancaman atau bahaya

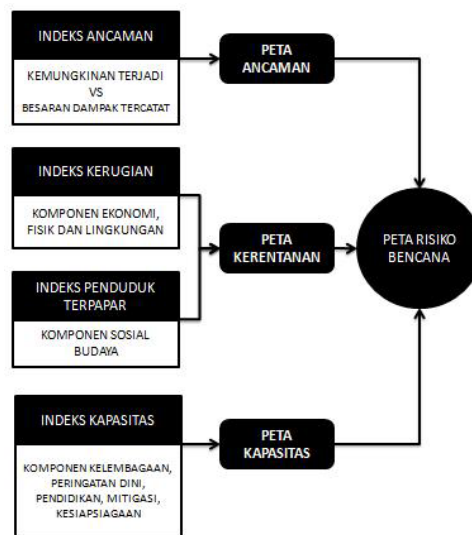
V = Kerentanan

C = Kapasitas

Dari analisis risiko kemudian dilakukan penilaian risiko akhir dengan menggunakan matriks risiko. Nilai risiko ditentukan dari seberapa rentan dan seberapa kuat kapasitas masyarakat pada suatu kawasan ketika bahaya datang. Pada matriks risiko ini, bahaya mejadi faktor paling dominan dalam penentuan nilai tingkat risiko.

Peta risiko bencana dihasilkan dengan penilaian matriks risiko kedalam bentuk peta tematik. Proses visualisasi peta risiko bencana dapat dilakukan dengan SIG.

II.2.2 Penyusunan Peta Risiko



Gambar 2.3 Metode Penyusunan Peta Risiko bencana (PERKA BNPB No 2 2012)

Pada gambar di atas terlihat bahwa peta risiko bencana merupakan *overlay* (penggabungan) dari Peta Ancaman, Peta Kerentanan dan Peta Kapasitas. Peta-peta tersebut diperoleh dari berbagai indeks yang dihitung dari data-data dan metode perhitungan tersendiri. Perlu dicatat bahwa peta risiko bencana dibuat untuk setiap jenis ancaman bencana yang ada pada suatu kawasan. Metode perhitungan dan data yang dibutuhkan untuk menghitung berbagai indeks akan

berbeda untuk setiap jenis ancaman. Kebutuhan data dan metode perhitungan indeks-indeks tersebut.

II.3 Sistem Informasi Geografis

Adanya perkembangan pemanfaatan komputer dalam penanganan data secara umum mendorong pemanfaatan untuk penanganan data geografis. Salah satu aplikasi yang berkembang selaras dengan perkembangan tersebut adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). Definisi SIG selalu berubah karena SIG merupakan bidang kajian ilmu dan teknologi yang relatif masih baru.

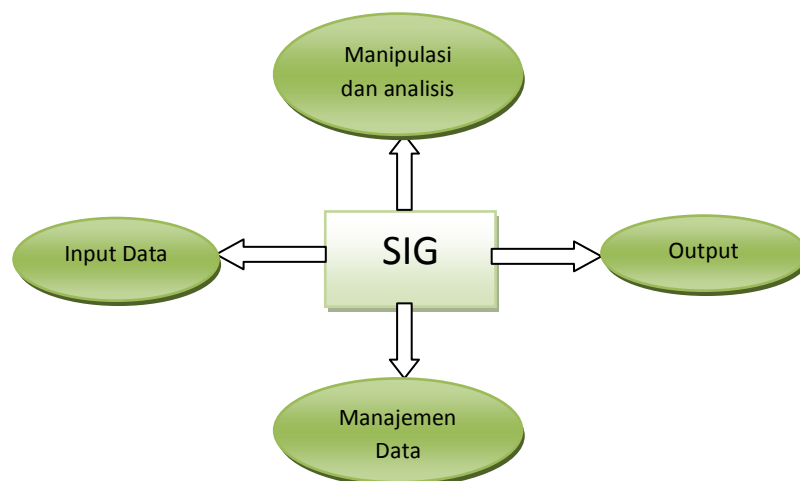
Sebenarnya gagasan mengenai koleksi informasi multi tema ini telah muncul sejak lama. Geografian Brian Barry pada tahun 1965 (Peuquet dan Marble, 1990) telah memimpikan suatu sistem yang belum terbayangkan olehnya yang mampu menimbun informasi dalam suatu susunan tak terhingga dan sistem ini kemudian juga mampu memilih informasi yang relevan untuk dijadikan masukan dalam pengambilan keputusan yang menyangkut lokasi.

Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG) selalu berkembang, bertambah dan bervariasi. Berikut beberapa definisi Sistem Informasi Geografis (SIG) dari beberapa pustaka:

1. Burrough (1986) mengatakan Sistem informasi Geografis merupakan alat yang bermanfaat untuk pengumpulan, penimbunan, pengambilan kembali data yang diinginkan dan penayangan data keruangan yang berasal dari kenyataan dunia.
2. Aronoff (1989) mengatakan Sistem Informasi Geografis sebagai sistem informasi yang didasarkan pada kerja komputer yang memasukkan, mengelola, memanipulasi dan menganalisis data serta memberi uraian.
3. Murai (1999) mengatakan Sistem Informasi Geografis sebagai sistem informasi yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya.

4. Bernhardsen (2002) mengatakan Sistem Informasi Geografis sebagai sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografi. Sistem ini diimplementasikan dengan perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berfungsi untuk akusisi dan verifikasi data, kompilasi data, penyimpanan data, perubahan dan pembaharuan data, manajemen dan pertukaran data, manipulasi data, pemanggilan dan presentasi data serta analisis data.
5. Gistut (1994) mengatakan Sistem Informasi Geografis 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. Prahasta mengatakan Sistem Informasi Geografis merupakan sejenis *software* yang dapat digunakan untuk pemasukan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan, dan keluaran informasi geografis berikut atribut-atributnya.
7. Menurut Petrus Paryono mengatakan Sistem Informasi Geografis adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, manipulasi dan menganalisis informasi geografi.

Jika definisi-definisi di atas diperhatikan maka SIG dapat diuraikan menjadi subsistem subsistem seperti dibawah ini (Demers, 1997).



Gambar 2.4 Subsistem-subsistem SIG (Pustekkom, 2004)

1. *Input Data*

Proses input data digunakan untuk menginputkan data spasial dan data non-spasial. Data spasial biasanya berupa peta analog. Untuk SIG harus menggunakan peta *digital* sehingga peta analog tersebut harus dikonversi ke dalam bentuk peta *digital* dengan menggunakan alat *digitizer*. Selain proses digitasi dapat juga dilakukan proses *overlay* dengan melakukan proses *scanning* pada peta analog.

2. Manajemen Data

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun data atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-*update*, dan diedit. Jadi subsistem ini dapat menimbun dan menarik kembali dari arsip data dasar, juga dapat melakukan perbaikan data dengan cara menambah, mengurangi atau memperbaharui.

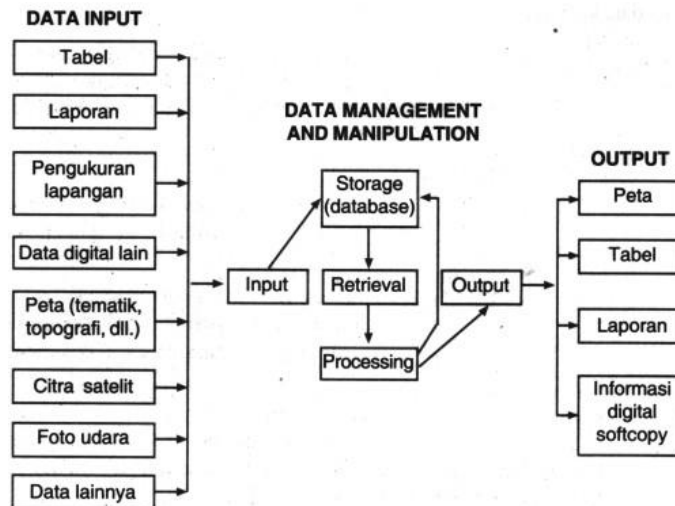
3. Manipulasi Data dan Analisis

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Subsistem ini juga dapat melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan. Oleh karena itu SIG mampu melakukan fungsi *edit* baik untuk data spasial maupun non-spasial.

4. *Data Output*

Berfungsi menayangkan informasi dan hasil analisis data geografis secara kualitatif maupun kuantitatif. Atau dapat berfungsi menampilkan/menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk softcopy maupun hardcopy, seperti tabel, grafik, peta, arsip elektronik dan lain-lainnya.

Jika subsistem pada gambar 2.4 diperjelas berdasarkan uraian jenis masukan, proses dan jenis keluaran yang ada di dalamnya, maka subsistem Sistem Informasi Geografis (SIG) juga dapat digambarkan seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Uraian Subsistem SIG (Pustekkom, 2004)

II.3.1 KOMPONEN SIG

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem kompleks yang biasanya terintegrasi dengan lingkungan sistem-sistem komputer yang lain di tingkat fungsional dan jaringan. Sistem Informasi Geografis (SIG) terdiri dari beberapa komponen (Raper, 1994):

1. Perangkat keras (*Hardware*)

Perangkat keras SIG adalah perangkat-perangkat fisik yang merupakan bagian dari sistem komputer yang mendukung analisis geografi dan pemetaan. Perangkat keras SIG mempunyai kemampuan untuk menyajikan citra dengan resolusi dan kecepatan yang tinggi serta mendukung operasi-operasi basis data dengan volume data yang besar secara cepat. Perangkat keras SIG terdiri dari beberapa bagian untuk menginput data, mengolah data, dan mencetak hasil proses. Berikut ini pembagian berdasarkan proses :

- a. *Input data: mouse, digitizer, scanner*
- b. *Olah data: harddisk, processor, RAM, VGA Card*
- c. *Output data: plotter, printer, screening.*

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Pada sistem komputer modern, perangkat lunak yang digunakan tidak dapat berdiri sendiri, tetapi terdiri dari beberapa layer. Model layer ini terdiri dari

sistem operasi, program-program pendukung sistem khusus dan perangkat lunak aplikasi (Antenucci, 1991). Pemilihan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) sangat bergantung pada sejumlah faktor termasuk tujuan aplikasi, pemeliharaan, kesiapan dan kemampuan personil pengguna yang bersangkutan. Perangkat lunak digunakan untuk melakukan proses menyimpan, menganalisis, memvisualkan data-data baik data spasial maupun non-spasial. Perangkat lunak yang harus terdapat dalam komponen *software* SIG adalah:

- a. Alat untuk memasukkan dan memanipulasi data SIG
 - b. *Data Base Management System* (DBMS)
 - c. Alat untuk menganalisis data-data
 - d. Alat untuk menampilkan data dan hasil analisis
3. Data dan Informasi Geografis

Pada prinsipnya terdapat dua jenis data untuk mendukung SIG yaitu :

a. Data Spasial

Data spasial adalah gambaran nyata suatu wilayah yang terdapat di permukaan bumi. Umumnya direpresentasikan berupa grafik, peta, gambar dengan format *digital* dan disimpan dalam bentuk koordinat x,y (vektor) atau dalam bentuk *image* (raster) yang memiliki nilai tertentu.

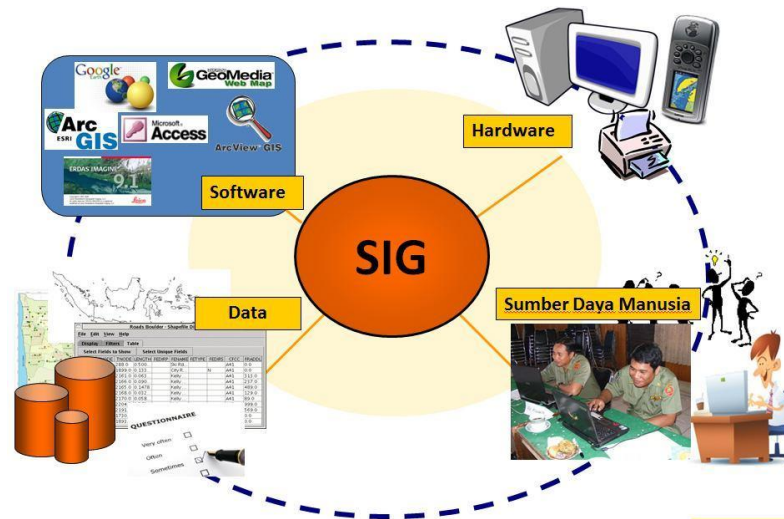
b. Data Non Spasial (Atribut)

Data non spasial adalah data berbentuk tabel dimana tabel tersebut berisi informasi- informasi yang dimiliki oleh objek dalam data spasial. Data tersebut berbentuk data tabular yang saling terintegrasi dengan data spasial yang ada.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat menggumpulkan dan menyimpan data serta informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara *mengimport* dari perangkat-perangkat lunak. Sistem Informasi Geografis (SIG) yang lain maupun secara langsung dengan cara mendijitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel.

4. Manusia

Manusia merupakan inti elemen dari SIG karena manusia adalah perencana dan pengguna dari SIG. Pengguna SIG mempunyai tingkatan seperti pada sistem informasi lainnya, dari tingkat spesialis teknis yang mendesain dan mengelola sistem sampai pada pengguna yang menggunakan SIG untuk membantu pekerjaannya sehari-hari.



Gambar 2.6 Komponen SIG (Prahasta. Edy, 2005)

II.3.2 OVERLAY

Analisis *overlay* dilakukan pada data-data yang memiliki kesamaan letak (posisi). Dapat dipelajari tanpa melihat aplikasi analisis spasial yang digunakan (*multi disiplin*). Secara singkatnya, *overlay* menampalkan suatu peta *digital* pada peta *digital* yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. Struktur data geometri yang biasa terdapat pada analisis *overlay* diantaranya :

1. *Point*
2. *Line*
3. *Area*
4. *Surface*: Model Permukaan *Digital*
5. *Raster Analysis*: Pengolahan citra *Digital*

Setiap Baris merupakan satu unit geometri yang dapat dipilih. Interaksi antar struktur data *point line*, *point area*, *line area*, dan *area area*. Proses *overlay* dapat dilakukan pada 2 data saja (binary) maupun banyak data sekaligus (*multiple*).

Contoh:

Tool	Binary or multiple overlay	Input data type	Overlay data type	Output
Identity	Binary	Any	Polygon or same as input	Input features, split by overlay features
Intersect	Multiple	Any	N/A	Only features common to all input layers
Symmetrical difference	Binary	Any	Same as input	Features common to either input layer or overlay layer but not both
Union	Multiple	Polygon	N/A	All input features
Update	Binary	Any	Polygon	Input feature geometry replaced by update layer

Gambar 2.7 Proses *Overlay*

II.4 ArcGIS 10.0

ArcGIS merupakan salah satu aplikasi perangkat lunak sistem informasi geografis yang dikembangkan oleh *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) yang telah banyak dipakai baik kalangan akademisi, militer, pemerintah, maupun masyarakat dunia dalam membuat aplikasi yang berbasis sistem informasi geografis.

ArcGIS terdiri dari jumlah platform dari pengembangan GIS salah satunya yaitu *ArcGIS Desktop*. *ArcGIS* meliputi suatu rangkaian aplikasi GIS profesional yang terintegrasi yang terdiri dari *ArcCatalog*, *ArcMap*, *ArcGlobe*, *ArcToolbox*, dan *ModelBuilder*. Penggunaan aplikasi dan *interface* dalam suatu yang simultan, kita dapat membentuk apapun GIS *task*, dari yang simple sampai yang *advance*, termasuk *mapping*, *geographic analysis*, data *editing* dan kompilasi, data *management*, *visualisasi* dan *geoprocessing*. *ArcGIS Desktop* adalah *scalable* dan dapat memberikan kebutuhan dari banyak tipe user. Hal itu ada dalam tiga level fungsi yaitu:

- a. **ArcView** memfokuskan pada penggunaan data yang *komprehensif*, *mapping* dan *analysis*
- b. **ArcEditor** menambah memiliki kemampuan sebagaimana *ArcView* dengan tambahan peralatan untuk memanipulasi berkas *shape file* dan *geodatabase*
- c. **ArcInfo** merupakan *software* paling lengkap, professional GIS desktop berisi fungsi GIS yang lebih *komprehensif*, termasuk *tools* *geoprocessing*.

Bagian *ArcGIS Desktop* mengorganisasikan sistem perangkat lunaknya ke dalam tiga komponen yaitu :

1. *ArcMap*, *ArcMap* merupakan program aplikasi sentral di dalam *ArcGIS Desktop* untuk menampilkan, manipulasi data geografis, penggambaran peta, *query*, seleksi dan *edit-ing* peta. Di dalam *ArcMap* memberikan anda kesempatan untuk membuat dan bekerja dengan dokumen peta. Sebuah dokumen peta terdiri dari *frame* data, layer, label dan objek grafis. *ArcMap* memiliki dua jendela utama yang digunakan untuk bekerja dengan dokumen peta yaitu jendela daftar isi dan jendela tampilan. Jendela daftar tabel berisikan tentang data geografis yang akan digambarkan di dalam jendela tampilan, dan bagaimana data tersebut akan digambarkan. Jendela tampilan akan menampilkan data geografis dan tampilan *layout*.
2. *ArcCatalog*, *ArcCatalog* merupakan sebuah aplikasi yang membantu anda untuk mengatur dan mengelola informasi GIS yang meliputi data GIS, dokumen peta, *file* layer, dsb. Data GIS terdiri dari berbagai macam format data dan tipe. Di dalam *ArcCatalog* anda dapat men-*delete*, memberi nama baru, membuat file peta baru, mem-*preview* peta, melihat meta data, membuat database dsb. Intinya *ArcCatalog* adalah program *explorer* peta di *ArcGIS*.
3. *ArcToolbox* digunakan untuk spasial analisis, menampilkan, dan *query* data GIS. *ArcToolbox* berisi sejumlah *toolbox* yang berbeda untuk berbagai fungsi *geoprocessing*. Geoprosesing digunakan untuk otomasi data, kompilasi data, mengelola data, analisis data, modeling data dan untuk kartografi tingkat lanjut. Berbagai macam tool antara lain *3D analyst tool*, kartografi *tool*, *conversion tool*, data manajemen *tool*, dsb. *Toolbox* ini berkisar mulai dari yang mudah, seperti fungsi *converting*, sampai yang rumit seperti analisis statistik dalam berbagai dimensi.



Gambar 2.8 Tampilan *ArcToolbox*

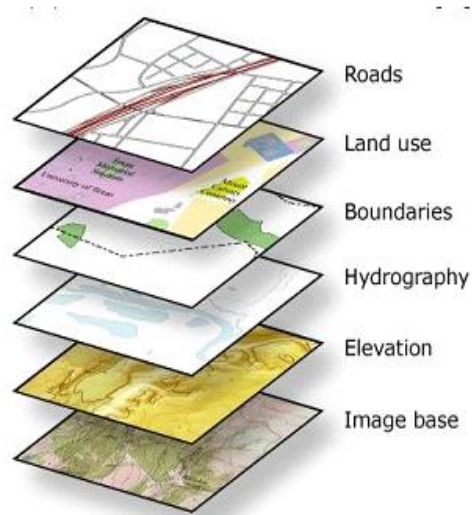
Semua fungsi *ArcGIS* dipanggil melalui *Graphical User Interface* (GUI). Untuk mengaktifkan penggunaan *ArcGIS*, pengguna harus mengenal bagian-bagian GUI secara mendalam dan naluriah. Setiap tipe dokumen yang berbeda di *ArcGIS* menggunakan GUI tersendiri. Setiap GUI atas satu atau lebih berikut ini :

1. *Menu Bar*
2. *Bottom Bar*
3. *Tool Bar*
4. *Status Bar*
5. *Command Line*



Gambar 2.9 Menu GUI dalam *ArcMap*

Suatu model aplikasi dari perangkat lunak *ArcGIS* memerlukan kerjasama seluruh sub sistem yang ada. Data-data yang diperlukan dimasukkan oleh *user* atau pengguna kemudian hardware/mesin komputer akan melakukan analisis dan manipulasi data menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* dan menyimpannya apabila diperlukan sehingga menghasilkan *output* data sesuai dengan kebutuhan user. Sistem informasi geografis menampilkan objek geografis dalam bentuk peta yang memuat beberapa informasi atau data spasial yang masing-masing ditampilkan dalam bentuk layer per layer.



Gambar 2.10 Contoh Layer Data Spasial dalam *ArcGIS*

II.5 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Berikut beberapa penelitian-penelitian yang sebelumnya mengenai pemetaan bencana tanah longsor antara lain sebagai berikut

Jefri Ardian Nugroho, dkk (2009) melakukan penelitian yang berjudul "Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis". Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengolahan dan analisis data dari citra satelit SPOT 4 dan data-data pendukung lainnya yang digunakan untuk menentukan lokasi daerah rawan longsor di Kawasan Hutan Lindung Kabupaten Mojokerto.

Parameter yang digunakan untuk menentukan daerah rawan longsor yaitu jenis tanah, kemiringan, ketinggian, curah hujan dan penggunaan lahan. Karena penyebab bencana tanah longsor salah satunya adalah seperti parameter di atas.

Mutia Nuning, Firdaus (2011) melakukan penelitian yang berjudul Pemetaan Ancaman Bencana Longsor di Kota Kendari. Dalam penelitian ini tingkat ancaman ditentukan berdasarkan akumulasi perkalian bobot dan skoring parameter fisis yang mempengaruhi bencana tanah longsor. Teknik pembobotan dan skoring menggunakan skala borgadus, sedangkan penentuan kelas interval tingkat ancaman menggunakan metode aritmatik.

Jerson Otniel Purba (2014) melakukan penelitian yang berjudul "Pembuatan Peta Zona Rawan Tanah Longsor di Kota Semarang dengan

Melakukan Pembobotan Parameter". Tujuan penelitian ini adalah membuat peta zona rawan tanah longsor di Kota Semarang dan menghasilkan informasi untuk mengetahui zona rawan longsor Kota Semarang.

Data yang digunakan adalah data kontur Kota Semarang interval 2 m, peta administrasi, peta jenis tanah kota Semarang tahun 2011, citra Lansat 8 kota Semarang tahun 2013, data curah hujan Kota Semarang tahun 2012, riwayat kejadian longsor dan peta kejadian longsor di Kota Semarang tahun 2012. Hasil dari penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Hasil Penelitian Pembuatan Peta Zona Rawan Longsor di Kota Semarang

Peringkat	Cukup Rawan		Rawan		Sangat Rawan	
	Kecamatan	Luas (ha)	Kecamatan	Luas (ha)	Kecamatan	Luas (ha)
1	Tembalang	1240,024	Ngalian	123,885	Ngalian	62,234
2	Ngalian	1216,813	Tembalang	119,092	Mijen	15,387
3	Gajah Mungkur	625,223	Mijen	61,985	Bayumanik	15,106

Sumber : Jerson Otniel Purba, 2014