

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pada Bab Tinjauan Pustaka ini dimaksudkan untuk memaparkan teori-teori yang ada dan relevan untuk digunakan dalam duatu perencanaan Sistem Informasi Geografis (SIG) sehingga diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada baik untuk menganalisa faktor dan data pendukung maupun untuk mengidentifikasi daerah rawan longsor. Di dalam tinjauan pustaka ini akan dipaparkan secara ringkas tentang Sistem Informasi Geografis (SIG) daerah rawan longsor.

Penyusunan Sistem Informasi Geografis (SIG) secara umum adalah kegiatan perencanaan, persiapan, pengumpulan data, penentuan metode penyusunan Sistem Informasi Geografis (SIG), pelaksanaan pekerjaan pemetaan daerah rawan longsor untuk mencegah atau mengurangi adanya bahaya serta kerugian akibat longsor. Usaha pengidentifikasian longsor adalah tidak bertujuan menghilangkan terjadinya longsor, tetapi memperkecil kemungkinan terjadinya korban jiwa dan material dan juga sebagai penyesuaian rencana penggunaan lahan yang tepat bagi wilayah tersebut.

2.2 Teori Tanah Longsor

2.2.1 Definisi Tanah Longsor Menurut Para Ahli

Mengutip dari Atika (2009), definisi tanah longsor telah mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Berikut ini adalah define dari beberapa tokoh yang telah dipublikasikan di berbagai 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 (*slope movement*) yang dianggap lebih tepat untuk mendefinisikan longsor yaitu sebagai

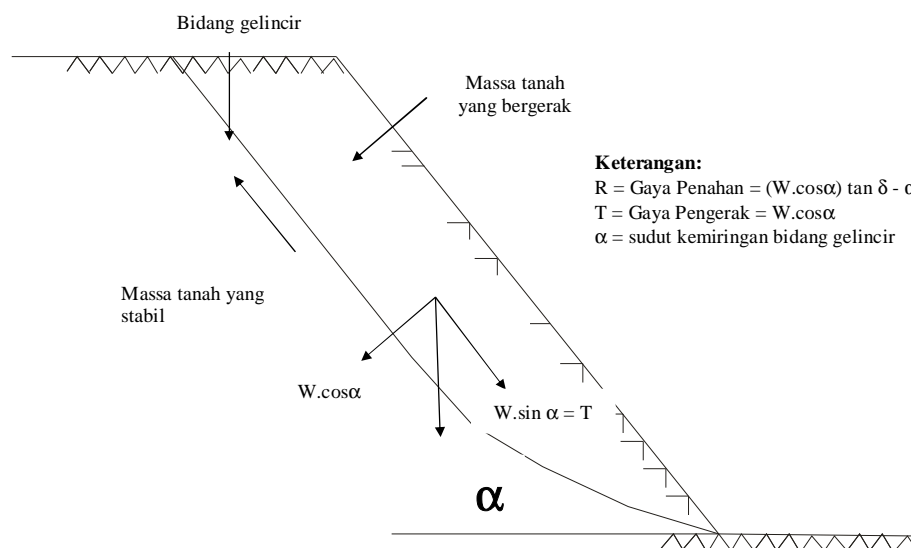
gerakan material penyusun lereng ke arah bawah atau keluar lereng di bawah pengaruh gravitasi bumi.

3. Brunsden (1984) mengusulkan gerakan massa (mass movement) yang dianggap lebih tepat dipakai dalam mendefinisikan proses gerakan massa penyusun lereng, daripada istilah longsor (*landslide*) yang lebih populer dikenal di masyarakat.
4. Arsyad (1989) mengemukakan bahwa longsor terjadi sebagai akibat meluncurnya suatu volume di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air. Dalam hal ini lapisan terdiri dari tanah liat atau mengandung kadar tanah liat tinggi dan juga dapat berupa lapidan batuan seperti napal liat (*clay shale*) setelah jenuh air akan bertindak sebagai peluncur.
5. Crudden (1991) mendefinisikan longsor (*landslide*) sebagai pergerakan suatu massa batuan, tanah atau bahan rombakan, material penyusun lereng (yang merupakan pencampuran tanah dan batuan) menuruni lereng. Namun sebelumnya.
6. 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 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.
7. Selby (1993) menjelaskan bahwa longsor (*landslide*) hanya tepat diterapkan pada proses pergerakan massa yang melalui suatu bidang gelincir (bidang luncur) yang jelas.
8. Karnawati (2005) sebenarnya longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah ataupun batuan ataupun bahan rombakan yang menuruni lereng.

2.2.2 Penyebab Terjadinya Gerakan Massa Tanah

Banyak faktor semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrologi, topografi, iklim, dan perubahan cuaca dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor. Gerakan massa tanah terjadi jika dipenuhi tiga keadaan, yaitu:

1. Kelerengan cukup 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 di atas permukaan tanah yang kemudian menjenuhi tanah, sangat menentukan kestabilan lereng, yaitu menurunnya tanah ketahanan geser (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.

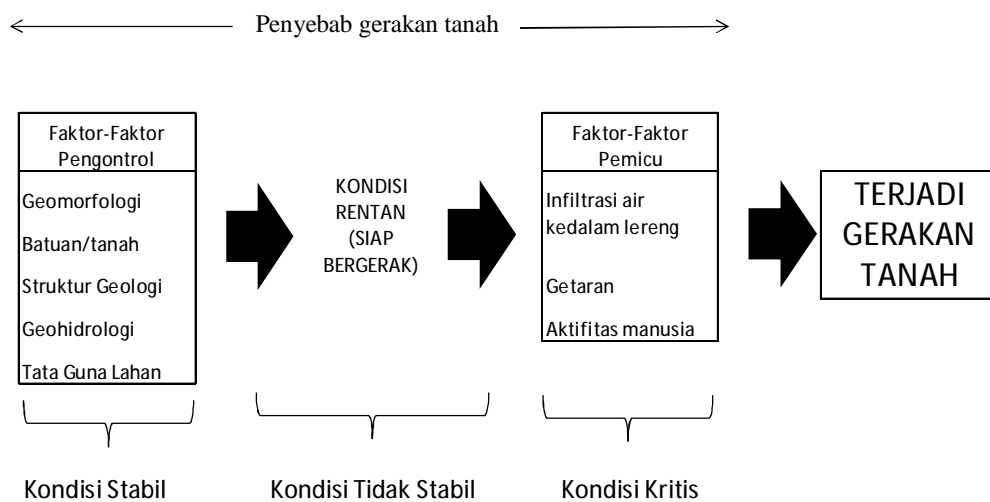


Gambar 2.1 Gaya-gaya yang mengontrol kestabilan suatu lereng
(Karnawati, 2005)

2.2.3 Proses Terjadinya Gerakan Massa Tanah

Karnawati (2005) menjelaskan bahwa pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh beberapa kondisi yang meliputi kondisi morfologi, geologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi-kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mengkondisikan suatu lereng menjadi rentan dan siap bergerak. Lereng yang rentan dan siap bergerak akan benar-benar bergerak apabila ada faktor pemicu gerakan. Faktor pemicu terjadinya gerakan dapat berupa hujan, getaran-getaran atau aktifitas manusia pada lereng, seperti pemotongan dan penggalian, pembebanan yang berlebihan dan sebagainya.

Proses dan tahapan terjadinya gerakan tanah ini secara skematik seperti pada gambar 2.2.



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

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

1. Tahap stabil,
2. Tahap rentan (siap bergerak),
3. Tahap kritis,
4. Tahap benar-benar bergerak.

Dari gambar 2.2 juga menunjukkan bahwa penyebab terjadinya gerakan tanah dapat dibedakan menjadi penyebab tidak langsung (penyebab yang berupa faktor pengontrol) yaitu faktor-faktor yang mengkondisikan suatu lereng menjadi rentan atau siap bergerak, dan penyebab langsung (yang berupa pemicu) yaitu proses-proses yang merubah kondisi lereng dari kondisi rentan (siap bergerak) menjadi kondisi benar-benar bergerak setelah melampaui batas kritis tertentu.

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 gerakan tanah disebabkan oleh banyak faktor.

2.2.4 Faktor Pergerakan Massa Tanah

Menurut Karnawati (2005) faktor-faktor pengontrol pergerakan massa tanah merupakan fenomena yang mengkondisikan suatu lereng berpotensi untuk bergerak, meskipun pada saat tertentu lereng tersebut masih stabil atau belum bergerak/longsor. Lereng yang berpotensi untuk bergerak, apabila ada gangguan yang memicu terjadinya gerakan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan mengacu pula pada Sampurno (1975), Varnes (1978), Tjojudo (1983), Heath et al. (1988), dan Sarosa (1992), maka Karnawati (1996a) mengidentifikasi faktor-faktor pengontrol terjadinya gerakan tanah di Indonesia, sebagai berikut:

1. Kondisi geomorfologi (kemiringan lereng)

Sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan wilayah perbukitan dan pegunungan, sehingga banyak dijumpai lahan miring atau perbukitan. Lereng pada lahan yang miring ini berpotensi untuk mengalami gerakan tanah. Semakin curam kemiringan (sudut kemiringan) suatu lereng, akan semakin besar gaya penggerak massa tanah/ batuan penyusun lereng.

2. Kondisi geologi

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah yang kondisi geologinya dinamis. Hal ini disebabkan oleh terjadinya gerakan Lempeng Australia dan Lempeng Pasifik yang menumbuk di bawah Lempeng Benua Eurasia, sehingga terjadi zona penujaman. Akibat dari penujaman lempeng tersebut maka terjadi aktifitas gempa dan gunung api yang melampar sesuai jalur penujaman tadi.

Getaran gempa bumi pada lereng gunung api atau pegunungan dapat memicu longsoran, karena getaran gempa dapat memperbesar gaya atau tegangan penggerak massa tanah/ batuan pada lereng, yang sekaligus juga mengurangi besarnya gaya atau tegangan penahan gerakan. Kehadiran gunung api tentunya mengakibatkan suatu lahan menjadi miring. Semakin miring suatu lahan, maka gaya penggerak massa tanah pada lereng akan semakin besar apabila tanah penyusun lereng merupakan tanah lepas-lepas atau merupakan batan yang rapuh.

3. Kondisi tanah/batuan penyusun lereng

Kondisi tanah/ batuan penyusun lereng sangat berperan dalam mengontrol terjadinya gerakan tanah. Meskipun suatu lereng cukup curam, namun gerakan tanah belum tentu terjadi apabila kondisi tanah/ batuan penyusun lereng tersebut cukup kompak dan kuat.

Tanah-tanah residual hasil pelapukan batuan yang belum mengalami pergerakan (masih insitu) dan tanah kolovial, serta lapisan batu lempung jenis smektif, lapisan napal dan serpih seringkali merupakan massa tanah/ batuan yang rentan bergerak, terutama apabila kemiringan lapisan batuan searah kemiringan lereng.

4. Kondisi iklim

Kondisi iklim di Indonesia sangat berperan dalam mengontrol terjadinya longsor. Temperatur dan curah hujan yang tinggi sangat mendukung terjadinya proses pelapukan batuan pada lereng. Akibatnya sangat sering kita jumpai lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah yang tebal, dengan ketebalan mencapai lebih dari 10 meter. Dari hasil pengamatan lapangan

dapat diketahui bahwa lereng dengan tumpukan tanah yang lebih tebal relatif lebih rentan terhadap gerakan tanah.

Curah hujan yang tinggi atau menengah dan berlangsung lama sangat berperan dalam memicu terjadinya gerakan tanah. Air hujan yang meresap ke dalam lereng dapat meningkatkan kejenuhan tanah pada lereng, sehingga tekan air untuk merenggangkan ikatan tanah meningkat pula, dan akhirnya massa tanah terangkut oleh aliran air dalam lereng.

5. Kondisi hidrologi lereng

Kondisi hidrologi dalam lereng berperan dalam hal meningkatkan tekanan hidrostatik air, sehingga kuat tanah/ batuan akan sangat berkurang dan gerakan tanah terjadi.

Lereng yang air tanahnya dangkal atau lereng dengan akuifer menggantung, sangat sensitif mengalami kenaikan tekanan hidrostatik apabila air permukaan meresap ke dalam lereng. Selain itu, retakan batuan atau kekar sering pula menjadi saluran air masuk ke dalam lereng. Apabila semakin banyak air yang masuk melewati retakan atau kekar tersebut, tekanan air juga akan semakin meningkat. Mengingat jalur-jalur tersebut merupakan bidang dengan kuat geser lemah, maka kenaikan tekanan air ini akan sangat mudah menggerakkan lereng melalui jalur tersebut.

Di antara kondisi alam di atas, satu-satunya kondisi yang relative mudah dikontrol adalah kondisi hidrologi (sistem tata air) pada lereng yang rawan longsor. Kondisi tata air inilah yang paling sensitif untuk berubah baik dalam dimensi waktu maupun ruang, akibat adanya air hujan yang meresap masuk ke dalam lereng (Hencher dan Masey, 1984; Karnawati, 1996a dan 2000b)

2.2.5 Klasifikasi Longsor

Menurut Swanston dan Swanson (1980) Longsor diklasifikasikan menjadi lima, yaitu jatuhan (falls), longsor (slide), aliran (flows), rayapan (creep), dan bandang (debris, torrents), yang kemudian mejadi SOP (Standar Operasional Kerja) oleh Perhutani (2007). Berikut disajikan dalam tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi longsor menurut swanston dan swanson tahun 1980
(SOP Perhutani, 2007)

Jenis	Deskripsi	Pembentuk	Penyebab
Jatuhan (falls)	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 (slide)	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
Aliran (flows)	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 (creep)	Gerakan lambat ke arah lereng bawah; berberapa cm/tahun	Tingginya perubahan temperatur harian, perubahan periode kering-hujan, siklus kembang kerut	Goyangan pohon, penjepit dan pengumpul, pemotongan tebing atau erosi jurang
Bandang (debris, torrents)	Gerakan cepat dari air yang bermuatan tanah, batu dan material organik di saluran sungai	Saluran curam, lapisan tipis dari material yang tak terkonsolidasi di atas batuan induk di salam saluran, lapisan partikel-partikel liat dari bidang luncur jika basah	Debit aliran tinggi, tanah jenuh air, sering ditandai oleh longsor tanah/batu penggundulan hutan

2.3 Klasifikasi Tingkat Bahaya Longsor (Pembobotan Parameter)

Klasifikasi tingkat bahaya longsor dilakukan dengan cara menggabungkan dan pembobotan parameter lereng, penggunaan lahan, erodibilitas tanah dan curah hujan. Dengan metode yang digunakan adalah tumpang susun atau dikenal dengan istilah *overlay* dari setiap parameter, maka perlu ada pemberian harkat, bobot, dan skor/nilai total dari hasil kali harkat dan bobot pada setiap parameter.

Klasifikasi variabel lereng dan pembobotan masing-masing parameter mengacu pada indeks panjang dan kemiringan lereng (indeks LS) dari Hammer (1980) yang digunakan pula oleh Dirjen BRLKT Departemen Kehutanan dengan sedikit modifikasi. Batas klaifikasi lereng tertinggi dalam Penelitian ini bukan angka lebih dari 45%, melainkan 40%.

Klasifikasi Jenis penggunaan lahan dalam kaitannya dengan bahaya longsor dibedakan menjadi 6 kelompok, yaitu: hutan, kebun campuran, perkebunan, sawah, tegalan, dan permukiman.

Selanjutnya untuk parameter erodibilitas, klasifikasi dikelompokkan menjadi tiga, masing-masing erodibilitas tinggi, sedang, dan rendah. Klasifikasi ini secara kualitatif hanya mengacu pada jenis tanah (LPT, 1969).

Menurut Kusratmoko (2002), faktor-faktor terjadinya tanah longsor adalah kelerengan, penggunaan lahan, erodibilitas, dan curah hujan, dengan bobotnya masing-masing (dari tinggi ke rendah). Berikut pembobotan masing-masing parameter yang digunakan dalam penyusunan peta rawan longsor, seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi pembobotan parameter longsor
(Kusratmoko, 2002)

Parameter	Bobot
Kelerengan	40
Penggunaan Lahan	30
Erodibilitas/Jenis Tanah	20
Curah Hujan	10

2.3.1 Kelerengan

Tabel 2.3 Klasifikasi pembobotan parameter kelerengan
(Kusratmoko, 2002)

Parameter Kelas Lereng (%)	Nilai Bobot (Harkat)	Total Bobot (Bobot*40)
>40	0,45	18
25-40	0,32	12,8
15-25	0,15	6
8-15	0,07	2,8
0-8	0,02	0,8

2.3.2 Penggunaan Lahan

Tabel 2.4 Klasifikasi pembobotan parameter penggunaan lahan
(Kusratmoko, 2002)

Jenis Penggunaan lahan	Nilai Bobot	Total Bobot (Bobot*30)
Hutan	0,01	0,3
Sawah	0,06	1,8
Permukiman	0,09	2,7
Kebun Campuran	0,21	6,3
Perkebunan	0,25	7,5
Tegalan	0,38	11,4

2.3.3 Erodibilitas/Jenis Tanah

Sifat mudah tidaknya terkikis, ditentukan oleh parameter erodibilitas tanah. Lembaga Penelitian Tanah di Bogor telah menyusun tingkat erodibilitas tanah atas dasar jenis tanah (LPT, 1969). Erodibilitas tanah diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu erodibilitas tinggi mencakup jenis tanah regosol, erodibilitas sedang seperti andosol, gley humus, mediterania, dan podsolik, serta erodibilitas rendah mencakup jenis tanah alluvial, latosol, dan grumosol.

Tabel 2.5 Klasifikasi pembobotan parameter erodibilitas
(Kusratmoko, 2002)

Erodibilitas	Nilai Bobot	Total Bobot (Bobot*20)
Tinggi	0,4	8
Sedang	0,3	6
Rendah	0,2	4

2.3.4 Curah Hujan

Pengklasifikasian besarnya curah hujan menurut BMKG (Badan Klimatologi dan Geofisika) namun pemberian bobot tetap mengacu pada (Kusratmoko, 2002) adalah seperti pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Klasifikasi pembobotan curah hujan bulanan (BMKG)

Curah Hujan Bulanan	Kelas	Nilai Bobot	Total Bobot (Bobot*10)
> 301 mm	Tinggi	0,4	4
101 - 300 mm	Sedang	0,3	3
0 - 100 mm	Rendah	0,2	2

2.3.5 Komulatif Pembobotan Parameter

Atas dasar pembobotan tiap parameter tersebut, maka didapatkan total bobot terendah dan tertinggi yang disajikan dalam tabel 2.7.

Tabel 2.7 Akumulasi Total Bobot Parameter

Akumulasi Total Bobot	Total Bobot Parameter				Total Bobot Akhir
	KI	PL	JT	CH	
Terendah	0,8	0,3	4	2	7,1
Tertinggi	18	11,4	8	4	41,4

Keterangan :

KI : Kelerengan

JT : Jenis Tanah

PL : Penggunaan Lahan

CH : Curah Hujan

$$\begin{aligned}
& \text{Interval kelas} \\
& = (N_{\max} - N_{\min}) / n \text{ kelas} \\
& = (41,4 - 7,1) / 5 \\
& = 6,86
\end{aligned}$$

Tingkat kerawanan longsor dibagi menjadi 5 kelas, yaitu:

1. Tidak Rawan : Total Bobot Akhir 7,10 – 13,96
2. Agak Rawan : Total Bobot Akhir 13,97 – 20,82
3. Cukup Rawan : Total Bobot Akhir 20,83 – 27,68
4. Rawan : Total Bobot Akhir 27,69 – 34,54
5. Sangat Rawan : Total Bobot Akhir 34,55 – 41,40

2.4 Penginderaan Jauh

2.4.1 Pengertian Penginderaan Jauh Menurut Para Ahli

Pengertian penginderaan jauh menurut para ahli yang dikutip dari Edi Gunarto (2007) dalam Blognya:

1. Menurut Lillesand dan Kiefer (1979), Penginderaan Jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang dikaji
2. Menurut Colwell (1984) Penginderaan Jauh yaitu suatu pengukuran atau perolehan data pada objek di permukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas atau jauh dari objek yang diindera.
3. Menurut Curran, (1985) Penginderaan Jauh yaitu penggunaan sensor radiasi elektromagnetik untuk merekam gambar lingkungan bumi yang dapat diinterpretasikan sehingga menghasilkan informasi yang berguna.
4. Menurut Lindgren (1985) Penginderaan Jauh yaitu berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi.

2.4.2 Citra Landsat

Citra Landsat merupakan gambaran permukaan bumi yang diambil dari luar angkasa dengan ketinggian kurang lebih 818 km dari permukaan bumi, dengan skala 1 : 250.000. Dalam setiap perekaman citra landsat mempunyai cakupan area 185 km x 185 km sehingga aspek dari objek tertentu yang cukup luas dapat diidentifikasi tanpa menjelajah seluruh daerah yang disurvei atau yang diteliti.

Satelit yang merupakan paten NASA ini memiliki dua buah sensor yaitu Multi Spectral Scanner (MSS) dan Thematic Mapper (TM). Sensor TM mempunyai resolusi sampai 30 x 30 m, dan bekerja mengumpulkan data permukaan bumi dan luas sapuan 185 km x 185 km. sedangkan resolusi radiometriknya 8 bit, yang berarti setiap pixel mempunyai nilai jangkauan data dari 0-225. Sensor TM merupakan sistem yang sangat kompleks yang memerlukan toleransi (kelonggaran) pembuatan yang sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan dibuat penyempurnaan di masa mendatang untuk memperkecil resolusi spasial sampai dibawah 20 M (Butler, S.1988).

Perjalanan satelit Landsat dari pertama kali diluncurkan (tahun 1972 sampai sekarang, 2013)

- Landsat 1 – diluncurkan 23 Juli 1972, operasi berakhir tahun 1978,
- Landsat 2 – diluncurkan 22 Januari 1975, berakhir 1981,
- Landsat 3 – diluncurkan 5 Maret 1978, berakhir 1983,
- Landsat 4 – diluncurkan 16 Juli 1982, berakhir 1993,
- Landsat 5 – diluncurkan 1 Maret 1984, masih berfungsi,
- Landsat 6 – diluncurkan 5 Oktober 1993, gagal mencapai orbit,
- Landsat 7 – diluncurkan 15 April 1999, (sensor bermasalah (stripping)),
- Landsat 8 – diluncurkan 11 Februari 2013, baru diluncurkan dan masih aktif.

2.4.3 Klasifikasi Penggunaan Lahan dan Cirinya

Menurut Ipin Saripin (1999) klasifikasi penggunaan lahan dalam kaitannya dalam interpretasi citra dapat dikenali dengan cirri-ciri tertentu, dan tersaji dalam tabel 2.8.

Tabel 2.8 Klasifikasi dan Ciri-ciri Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Ciri-ciri yang dapat dikenali	Tingkat Kemudahan/kesulitan
1	Sawah	Petakan hampir seragam	Sangat mudah dibedakan dan diidentifikasi
		Rona gelap tergenang	
		Rona agak terang/bera	
		Pola petak-petak, tekstur beragam	
2	Permukiman	Ukuran bervariasi	Sangat mudah dibatasi dan diidentifikasi
		Rona agak terang	
		Tekstur agak kasar	
		Pola persegi dengan jaringan	
		Jalan yang jelas/tegas	
3	Kebun Campuran	Rona Terang	Mudah untuk diidentifikasi karna dekat dengan permukiman dan selalu bergerombol
		Tekstur agak kasar	
		Warna beragam	
		Pola bergerombol berdekatan dengan permukiman atau mengikuti jalur aliran sungai	
4	Kebun Kopi	Rona terang, warna hijau muda berbintik cokelat kemerahan/kekuningan	Sulit dibedakan karena mempunyai ciri yang bervariasi dan tidak ada spesifikasi khusus
		Tekstur agak halus	
		Pola dan ukuran sangat bervariasi	
	Kebun Kakao	Pola petak-petak cukup lebar dengan batas yang jelas	Mudah dibedakan karena mempunyai ciri yang khas
		Warna bervariasi tergantung umur tanaman	
		Tekstur halus	
	Kebun Karet	Petakan mempunyai ukuran yang cukup lebar	Sangat mudah dibatasi dan diidentifikasi karena mempunyai ciri-ciri yang khas
		Rona terang, warna hijau muda sampai hijau tua, tergantung pada umur tanaman	
		Petakan ditandai dengan jaringan-jaringan jalan yang jelas	
	Kebun Tebu	Ukuran petak luas	Mudah untuk diidentifikasi karena mempunyai ciri-ciri yang khas
		Rona hijau agak terang untuk tebu yang sudah besar, dan hijau gelap untuk tebu yang masih kecil	
		Tekstur halus sampai agak kasar	
Pola petak-petak lebar dan seragam			

			Jaringan jalan teratur dengan batas tegas	
		Kebun Kelapa	Ukuran cukup luas	Mudah untuk diidentifikasi karena mempunyai ciri-ciri yang khas
			Rona gelap sampai agak terang	
			Warna cokelat tua, bergaris-garis hijau tua	
			Tekstur agak kasar	
			Pola kotak-kotak memanjang denan jaringan jalan yang cukup jelas	
5	Tegalan/lahan kering		Petakan bervariasi	Cukup sulit dibedakan karena mempunyai ciri yang bervariasi
			Rona dan warna bervariasi	
			Batas petakan dicirikan dengan tanaman tahunan	

2.5 Sistem Informasi Geografis

Mengutip dari Atika (2009), penggambaran muka bumi ke bidang datar yang kemudian disebut peta, merupakan salah satu kebutuhan awal bagi para pengelola dan perencanaan sumber daya alam maupun keperluan militer. Namun penyajian kondisi muka bumi dengan cara manual tersebut akan mengalami hambatan apabila akan dilakukan perbaikan informasi, maupun penggambaran dengan informasi dari sumber lainnya. Adanya perkembangan 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).

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, bervariasi. Berikut beberapa definisi Sistem Informasi Geografis (SIG) dari beberapa pustaka.

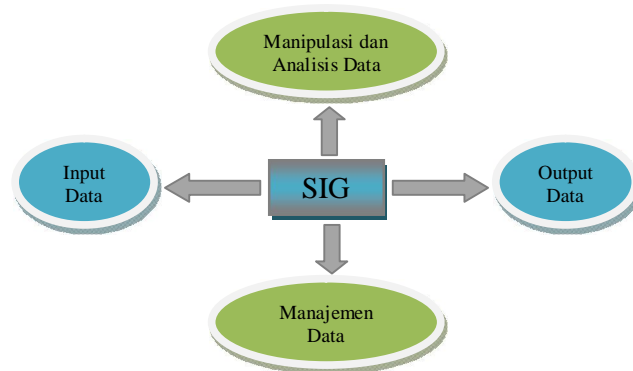
1. Burrough (1986) menyatakan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk memasukan,

menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan.

2. Arronoff (1989) menyatakan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai sistem yang berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi, yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), memanipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (*output*).
3. Tomlin C. Dana (1990) menyatakan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang secara khusus dirancang untuk proses-proses akuisisi, pengelolaan, dan penggunaan data kartografi.
4. Bernhardsen (1992) mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografi, data ini diimplementasikan dengan perangkat lunak dan perangkat keras komputer.
5. Foote K. E. (1995) mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang terreferensi secara spasial atau koordinat-koordinat geografi.
6. Chrishman (1997) mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sitem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisa, dan menyebarkan informasi mengenai daerah di permukaan bumi.
7. Barus dan wiradisastra (2000) mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem basis data yang memiliki kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja.
8. Guo Bo (2000) mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah teknologi informasi yang dapat menganalisa, menyimpan, dan menampilkan, baik data spasial maupun data Non Spasial. Sistem

Informasi Geografis (SIG) mengkombinasikan kekuatan perangkat lunak basis data relasional dan paket perangkat lunak.

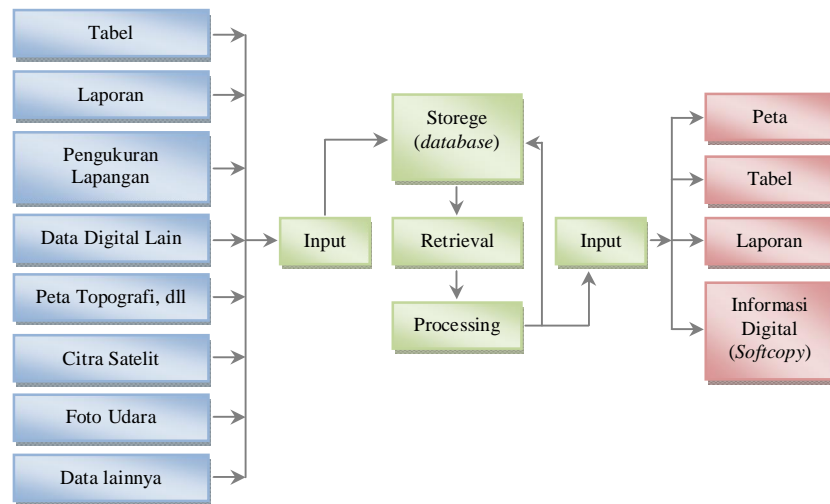
Jika definisi-definisi di atas diperhatikan maka SIG dapat diuraikan menjadi subsistem-subsistem SIG seperti di bawah ini (Demers, 1997).



Gambar 2.3 Subsistem-subsistem SIG

(Sumber: Pustekkom, 2004)

Jika subsistem pada gambar 2.3 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 2.4.



Gambar 2.4 Uraian Subsistem SIG

(Sumber: Pustekom, 2004)

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 yang mendukung analisis geografi dan pemetaan sebenarnya tidak jauh berbeda dengan perangkat keras lainnya yang digunakan untuk mendukung aplikasi bisnis dan sains. Perbedaannya jika ada, terletak pada kecenderungan yang memerlukan perangkat yang dapat mendukung presentasi grafik yang memiliki resolusi dan kecepatan yang tinggi dan mendukung operasi-operasi basis data yang cepat dengan volume data yang besar.

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 pengguna yang bersangkutan.

3. Data dan Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan 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 memasukan data atributnya dari tabel.

4. Manajemen

Suatu proyek Sistem Informasi Geografis (SIG) akan berhasil jika diatur dengan baik jika dikerjakan oleh orang-orang yang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan.

Sistem Informasi Geografis (SIG) juga memiliki kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di permukaan bumi, untuk menggabungkannya, menganalisanya, dan akhirnya memetakan hasilnya. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya. Sehingga aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan, seperti: lokasi, kondisi, trend, pola, dan pemodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya.

Tujuan pokok dari pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah untuk mempermudah mendapatkan informasi yang telah diolah dan tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau objek. Ciri utama data yang bisa dimanfaatkan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah data yang telah terikat dengan lokasi dan merupakan data dasar yang belum dispesifikasi (Dulbahri, 1993).

Menurut Anon (2003) ada beberapa alasan mengapa perlu menggunakan SIG, diantaranya adalah:

1. SIG menggunakan data spasial maupun atribut secara terintegrasi
2. SIG dapat digunakan sebagai alat bantu interaktif yang menarik dalam usaha meningkatkan pemahaman mengenai konsep lokasi, ruang, kependudukan, dan unsur-unsur geografi yang ada di permukaan bumi.
3. SIG dapat memisahkan antara bentuk presentasi dan basis data.
4. SIG memiliki kemampuan menguraikan unsur-unsur yang ada di permukaan ke dalam layer atau *coverage* data spasial.
5. SIG memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memvisualisasikan data spasial berikut atributnya.
6. Semua operasi SIG dapat dilakukan secara interaktif.
7. SIG dengan mudah menghasilkan peta-peta tematik.
8. Semua operasi SIG dapat *dicostumize* dengan menggunakan perintah-perintah dalam bahasa script.
9. Perangkat lunak SIG menyediakan fasilitas untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak lain
10. SIG sangat membantu pekerjaan yang erat kaitannya dengan bidang spasial dan geoinformatika.

Berikut merupakan berbagai aplikasi dari Sistem Informasi Geografis, antara lain adalah:

1. Pelayanan Emergensi (*Emergency Services*): Sistem informasi kejadian kebakaran dan masalah-masalah kepolisian (*Fire and Police Emergency Services*).
2. Lingkungan (*Environmental*) yang mencakup masalah pemantauan dan atau pemodelan spasialnya (*Monitoring and Spatial Modeling*).
3. Bisnis (*Bussiness*), misalnya penentuan lokasi perniagaan (toko, mall, pasar swalayan), sistem pelayanan antar (*Delivery Service System*).
4. Industri, transportasi, komunikasi, pertambangan, pemasangan pipa, dan layanan kesehatan (*Transportation, communication, mining, pipelines, healthcare*)

5. Pemerintahan (*Government*), batas-batas administrasi pemerintahan beserta data statistiknya serta kemiliteran.
6. Pendidikan, Penelitian, dan administrasi.

2.5.1 Editing

Mengutip dari Jhonson (2013), editing merupakan proses perbaikan hasil digitasi, dimana kesalahan yang sering terjadi pada waktu digitasi adalah *overshoot* dan *undershoot*. Pada waktu kita melakukan digitasi, hasil penggambaran akan tampak pada monitor komputer. Pada monitor komputer, kita akan mengetahui jika terjadi kesalahan.

2.5.2 Pemberian Atribut

Mengutip dari Jhonson (2013), pada *Software ArcGIS 9.3*, langkah pemberian identitas sering disebut dengan, annotation. Setiap polygon pada data tersebut diberikan identitas dengan menggunakan angka (numerik). Tiap angka ini mempunyai arti yang berbeda-beda, misalnya, pada peta kemiringan lereng (kelerengan), ID 1 berarti polygon tersebut mempunyai data atribut datar, dan sebagainya. Secara otomatis informasi luas poligon dan jumlah polygon, baik yang mempunyai identitas (ID) sama ataupun tidak, akan dihasilkan oleh komputer. Informasi ini tersaji dalam bentuk tabel, sehingga setelah proses anotasi, informasi pada tabel bertambah dengan atribut atau identitas setiap poligon. Dengan data hasil anotasi ini, data siap diolah dan dianalisis lebih lanjut. Karena data hasil digitasi merupakan data geospasial yang memiliki *georeference*, maka data hasil digitasi perlu disesuaikan dengan koordinat letak di permukaan bumi.

2.5.3 Transformasi Koordinat

Mengutip dari Jhonson (2013), proses ini dikenal dengan transform. Transform adalah menu atau fasilitas untuk melakukan transformasi koordinat satu coverage dari satu sistem koordinat ke sistem koordinat baku. Fasilitas ini penting karena pada waktu melakukan masukan data dengan meja digitizer, koordinat yang digunakan adalah koordinat meja digitizer. Jadi, fasilitas transform digunakan untuk mengubah koordinat meja digitasi suatu coverage menjadi koordinat lapangan dari survey di lapangan.

2.5.4 Pengenalan Software ArcGIS

Mengutip dari Jhonson (2013), *ArcGIS* merupakan salah satu perangkat lunak Sistem Informasi Geografis yang dikeluarkan oleh ESRI (*Environmental Systems Research Institute*). Pada tingkat GIS desktop, *ArcGIS* dibagi menjadi:

1. *ArcReader*, yang memungkinkan seseorang untuk melihat peta dan *query* yang dibuat dengan produk *Arc* lainnya;
2. *ArcView*, yang memungkinkan seseorang melihat data spasial, membuat peta berlapis, dan melakukan analisis spasial dasar;
3. *ArcEditor*, memungkinkan seseorang untuk memanipulasi *shapefile* dan *geodatabase*; dan
4. *ArcInfo*, yang mencakup kemampuan untuk memanipulasi, mengedit, dan menganalisa data.

Ada juga yang berbasis server *ArcGIS* produk, serta produk *ArcGIS* untuk PDA. Ekstensi dapat dibeli secara terpisah untuk meningkatkan fungsi *ArcGIS*. Dengan menggunakan *ArcGIS* kita bisa memakai fasilitas seperti: *ArcMap*, *ArcCatalog*, dan *Toolbox*.

ArcCatalog digunakan untuk mengelola dan mengatur semua informasi SIG, yang meliputi: *contents*, *preview*, metadata, dan sebagainya. Sebagai pengelola informasi SIG, *ArcCatalog* memiliki sejumlah *tools*, antara lain:

1. Menjelajah dan mencari informasi geografis;
2. Menyimpan, melihat, dan mengelola metadata;
3. Mementukan *export* dan *import* serta desain *geodatabase*;

4. Mengelola *ArcGIS* server.

ArcMap digunakan untuk melakukan proses editing, attributing/labeling, analisa data dan manajemen peta secara keseluruhan. Dalam *ArcMap* ada 2 jenis tampilan, yaitu: *Geographic Data View* yang digunakan untuk melakukan *editing* secara langsung, mengatur simbol, memberikan atribut dan label serta untuk analisa peta, dan *Page Layout View* digunakan untuk menampilkan peta yang telah diberi *frame*.

2.6 Kartografi

Mengutip dari Jhonson (2013), kartografi adalah seni, ilmu pengetahuan, dan teknologi tentang pembuatan peta-peta sekaligus, mencakup studinya sebagai dokumen-dokumen ilmiah dan hasil karya seni (ICA, 1973). Proses kartografi adalah proses grafis sampai sebuah gambar menjadi sebuah peta yang terlihat informatif (*map composition*). Dari definisi tersebut kartografi, merupakan kegiatan pembuatan peta, yaitu merancang peta (*map design*), yang meliputi: desain simbol (*symbol design*), tata letak peta (*map layout*), isi peta (*map content*), dan generalisasi (*generalization*). Peta adalah suatu media komunikasi grafis yang berarti informasi yang diberikan dalam peta berupa suatu gambar atau simbol.

Persamaan antara kartografi dan SIG adalah sama-sama mengolah data spasial. Data spasial adalah data yang memiliki referensi ruang kebumihantaran (*geofence*) dimana berbagai data atribut terletak dalam berbagai unit spasial. Data yang mempunyai informasinya di permukaan bumi, biasanya dipresentasikan dengan nilai koordinat. Sekarang ini data spasial menjadi media penting untuk perencanaan pembangunan dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan pada cakupan wilayah kontinental, nasional, regional, maupun lokal.

2.7 Penelitian-Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa Penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu mengenai longsor dan metode pembobotan parameter, antara lain sebagai berikut:

Kusratmoko, dkk. (2002) melakukan Penelitian yang berjudul “Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Penentuan Wilayah Prioritas Penanganan Bahaya Erosi”. Tujuan dari Penelitian ini adalah aplikasi Sistem Informasi Geografis (GIS) dengan data base yang telah tersusun memungkinkan terungkapnya wilayah yang memiliki resiko erosi dari rendah sampai tinggi.

Data yang digunakan adalah data ketinggian, kelerengan, geologi, jenis tanah dan penggunaan lahan, data kependudukan, tingkat perkembangan penduduk, dan struktur mata pencaharian penduduk.

Hasil Penelitian disajikan dalam tabel 2.9.

Tabel 2.9 Hasil Penelitian Kusratmoko, dkk. (2002)

Klasifikasi	Luas Wilayah (%)
Sangat Rendah	5,8
Rendah	40,2
Sedang	21,5
Tinggi	25,6
Sangat Tinggi	6,9

Atika Dwi Ariyani (2009) melakukan Penelitian yang berjudul “Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Penyusunan Peta Rawan Longsor). Tujuan dari Penelitian ini adalah yaitu memberikan suatu informasi berdasarkan data yang ada tentang potensi daerah rawan longsor di wilayah Penelitian (DAS Bodri).

Data yang digunakan adalah Peta Kelerengan tahun 2001 skala 1:25.000, Peta Tata Guna Lahan tahun 2006 skala 1:250.000, Peta Jenis Tanah tahun 2003 skala 1:250.000, dan data curah hujan harian dalam kurun waktu 20 tahun 1989 sampai tahun 2008.

Hasil Penelitian disajikan dalam tabel 2.10.

Tabel 2.10 Hasil Penelitian Atika Dwi Ariyani (2009)

Klasifikasi	Luas Wilayah (%)
Sangat Rendah	36,69
Rendah	23,17
Sedang	22,97
Tinggi	12,17
Sangat Tinggi	5,00

Jhonson Paruntungan Matondang (2013) melakukan Penelitian yang berjudul “Analisis Zonasi Daerah Rentan Banjir Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis”. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerentanan banjir di kota Kendal dan sekitarnya dalam bentuk pembuatan peta kerentanan banjir.

Dalam Penelitiannya digunakan metode yang hampir sama, yaitu dengan melakukan pembobotan parameter, dan menggunakan parameternya yang hampir sama juga, yaitu: kelerengan, jenis tanah, jaringan drainase, curah hujan, dan penggunaan lahan. Namun perbedaannya adalah terdapat penambahan satu jenis parameter, yaitu jaringan drainase, dan bobot parameternya berbeda.

Data yang digunakan adalah peta administrasi, peta kelerengan, peta jenis tanah, peta jaringan drainase, peta curah hujan, dan peta penggunaan lahan yang semuanya di kabupaten Kendal tahun 2008 yang bersumber dari BAPPEDA kabupaten Kendal.

Hasil Penelitian disajikan dalam tabel 2.11.

Tabel 2.11 Hasil Penelitian Jhonson Paruntungan Matondang (2013)

Klasifikasi	Luas Wilayah (%)
Tidak Rentan	8,678
Agak Rentan	13,334
Cukup Rentan	18,926
Rentan	36,603
Sangat Rentan	22,459