

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lereng dan Kategorinya

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horisontal dan tidak terlindungi (Das 1985). Lereng yang ada secara umum dibagi menjadi dua kategori lereng tanah, yaitu lereng alami dan lereng buatan. Lereng alami terbentuk secara alamiah yang biasanya terdapat di daerah perbukitan. Sedangkan lereng buatan terbentuk oleh manusia biasanya untuk keperluan konstruksi, seperti tanggul sungai, bendungan tanah, tanggul untuk badan jalan kereta api. Lereng alami maupun buatan masih dibagi lagi dalam dua jenis (Soepandji, 1995), yaitu :

1. lereng dengan panjang tak hingga (*infinite slopes*),
2. lereng dengan panjang hingga (*finite slopes*).

Keruntuhan pada lereng bisa terjadi akibat gaya dorong yang timbul karena beban pada tanah. Lereng secara alami memiliki kekuatan geser tanah dan akar tumbuhan yang digunakan sebagai gaya penahan. Apabila gaya penahan lebih kecil dibandingkan gaya pendorong maka akan timbul keruntuhan pada lereng.

2.2. Kelongsoran dan Pengelompokannya

Longsoran (*landslide*) adalah luncuran atau gelinciran (*sliding*) atau jatuhnya (*falling*) dari massa batuan/tanah atau campuran keduanya (Sharpe, 1938 dalam Hansen, 1984). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Longsoran oleh Stewart Sharpe (1938, dalam Hansen, 1984)

GERAKAN		BATU atau TANAH			
JENIS	LAJU	Sajju Air			
		Sajju	Tanah atau batu dengan es	Tanah atau batu kering atau dengan sedikit air atau es	Tanah atau batu dengan air
DENGAN SISI SAMPING BEBAS	ALIRAN	Transprtasi Glasial	Rayapan glasier batuan	Rayapan (<i>creep</i>) batuan	Transprtasi fluvial
			<i>Solifluction</i>	Rayapan (<i>creep</i>) talus	
	Lambat s.d. cepat		Rayapan (<i>creep</i>) tanah	<i>Solifluction</i>	
	TERASA		Aliran lumpur vulkanik	Aliran tanah (<i>earth flow</i>)	
LUNCURAN	Lambat s.d. cepat	TERASA	Debris <i>avalanche</i> (runtuhan bahan rombakan)	Debris <i>avalanche</i> (runtuhan bahan rombakan)	
	Sangat Cepat		Nendatan (<i>slump</i>)	Luncuran lumpur rombakan	
			Luncuran batu (<i>rock slides</i>)	Luncuran batu (<i>rock slides</i>)	
SLIP ATAU FLOW	CEPAT atau LAMBAT		Jatuhan batu (<i>rock fall</i>)		
			<i>Subsidence</i> (penurunan)		

Secara sederhana, Coates (1977, dalam Hansen, 1984) membagi longsoran menjadi luncuran atau gelinciran (*slide*), aliran (*flow*) dan jatuhan (*fall*). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 2.2. Sedangkan Varnes (1978, dalam Hansen, 1984) membagi longsoran (*landslide*) menjadi: jatuhan (*fall*), jungkiran (*topple*), luncuran (*slide*) dan nendatan (*slump*), aliran (*flow*), gerak bentang lateral (*lateral spread*) dan gerakan majemuk (*complex movement*). Untuk lebih jelasnya klasifikasi tersebut disampaikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Klasifikasi longsoran (*landslide*) oleh Coates (dalam Hansen, 1984)

TIPE MATERIAL	TIPE GERAKAN (PERTAMBAHAN KECEPATAN)			
	LONGSOR GELINCIRAN (SLIDE)		ALIRAN (FLOW)	JATUHAN (FALL)
	ROTASIONAL	PLANAR		
BATUAN DASAR (BEDROCK)	NENDATAN BATU (ROCK SLUMP)	LUNCURAN BATU (ROCK SLIDE) LUNCURAN BLOK (BLOCK SLIDE)	Pertambahan Koherensi Batuan ↓ LAWINA BATUAN (ROCK AVALANCHE)	JATUHAN BATU (ROCK FALL)
TANAH LAPUK (REGOLITH)	NENDATAN TANAH (EARTH SLUMP)	Longsor Bahan Rombakan (Debris Slide)	Lawina Bahan Rombakan (Debris Avalanche) Aliran Bahan ombakan (Debris Flow)	JATUHAN TANAH (SOIL FALL)
SEDIMEN	NENDATAN SEDIMEN (SEDIMENT SLUMP)	SLAB SLIDE	Aliran Tanah (Earth Flow) Liquefaction Flow Aliran tanah loos Aliran pasir	JATUHAN SEDIMEN (SEDIMENT FALL)

Pada umumnya klasifikasi para peneliti di atas berdasarkan kepada jenis gerakan dan materialnya. Klasifikasi yang diberikan oleh HWRBLC, *Highway Research Board Landslide Committe* (1978), mengacu kepada Varnes (1978) seperti diberikan pada tabel 2.3 yang berdasarkan kepada :

1. material yang nampak,
2. kecepatan perpindahan material yang bergerak,
3. susunan massa yang berpindah,
4. jenis material dan gerakannya.

Tabel 2.3 Klasifikasi longsoran (*landslide*) oleh Varnes (1978, dalam M.J. Hansen, 1984) yang digunakan oleh *Highway Research Board Landslide Committee* (1978, dalam Sudarsono & Pangular, 1986)

Jenis gerakan (type of movement)			Jenis Material (type of material)		
			Batuan dasar (bedrock)	Tanah keteknikan (engineering soils)	
				Bebas, butir kasar (freedom, coarse)	Berbutir halus (predominantly fine)
Jatuhan (falls)			Jatuhan batu (rock fall)	Jatuhan bahan rombakan (debris fall)	Jatuhan tanah (earth fall)
Jungkiran (topple)			Jungkiran batu (rock topple)	Jungkiran bahan rombakan (debris topple)	Jungkiran tanah (earth topple)
Gelinciran (slides)	Rotasi	Satuan sedikit (few units)	Nendatan batu (rock slump)	Nendatan bahan rombakan (debris slump)	Nendatan tanah (earth slump)
	Translasi	Satuan banyak (many units)	Luncuran bongkah batu (rock block slide)	Luncuran bongkah bahan rombakan (debris block slide)	Luncuran bongkah tanah (earth block slide)
			Luncuran batu (rock slide)	Luncuran bahan rombakan (debris slide)	Luncuran tanah (earth slide)
Gerak horisontal / bentang lateral (lateral spreads)			Bentang lateral batu (rock spread)	Bentang lateral ahan rombakan (debris spread)	Bentang lateral tanah (earth spread)
Aliran (flow)			Aliran batu / rayapan dalam (rock flow / deep creep)	Aliran bahan rombakan (debris flow)	Aliran tanah (earth flow)
				Rayapan tanah (soil creep)	
Majemuk (complex) Gabungan dua atau lebih gerakan (combination two or more movement)					

Berdasarkan definisi dan klasifikasi longsoran (Varnes, 1978), maka disimpulkan bahwa gerakan tanah (*mass movement*) adalah gerakan perpindahan atau gerakan lereng dari bagian atas atau perpindahan massa tanah maupun batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Longsoran

(*landslide*) merupakan bagian dari gerakan tanah, jenisnya terdiri atas jatuhnya (*fall*), jungkiran (*topple*), luncuran (*slide*), nendatan (*slump*), aliran (*flow*), gerak horisontal atau bentangan lateral (*lateral spread*), rayapan (*creep*) dan longsoran majemuk.

Untuk membedakan longsoran, *landslide*, yang mengandung pengertian luas, maka istilah slides digunakan kepada longsoran gelinciran yang terdiri atas luncuran atau *slide* (longsoran gelinciran translasional) dan nendatan atau *slump* (longsoran gelinciran rotasional). Berbagai jenis longsoran (*landslide*) dalam beberapa klasifikasi di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Jatuhnya (*fall*) adalah jatuhnya atau massa batuan bergerak melalui udara, termasuk gerak jatuh bebas, meloncat dan penggelindingan bongkah batu dan bahan rombakan tanpa banyak bersinggungan satu dengan yang lain. Termasuk jenis gerakan ini adalah runtuh (urug, lawina, *avalanche*) batu, bahan rombakan maupun tanah.
2. Longsoran – longsoran gelinciran (*slides*) adalah gerakan yang disebabkan oleh keruntuhan melalui satu atau beberapa bidang yang dapat diamati ataupun diduga. *Slides* dibagi lagi menjadi dua jenis. Disebut luncuran (*slide*) bila dipengaruhi gerak translasional dan susunan materialnya yang banyak berubah. Bila longsoran gelinciran dengan susunan materialnya tidak banyak berubah dan umumnya dipengaruhi gerak rotasional, maka disebut nendatan (*slump*). Termasuk longsoran gelinciran adalah : luncuran bongkah tanah maupun bahan rombakan, dan nendatan tanah.

3. Aliran (*flow*) adalah gerakan yang dipengaruhi oleh jumlah kandungan atau kadar air tanah yang terjadi pada material tak terkonsolidasi. Bidang longsor antara material yang bergerak umumnya tidak dapat dikenali. Termasuk dalam jenis gerakan aliran kering adalah sandrun (larian pasir), aliran fragmen batu, aliran loess. Sedangkan jenis gerakan aliran basah adalah aliran pasir – lanau, aliran tanah cepat, aliran tanah lambat, aliran lumpur, dan aliran bahan rombakan.
4. Longsoran majemuk (*complex landslide*) adalah gabungan dari dua atau tiga jenis gerakan di atas. Pada umumnya longsoran majemuk terjadi di alam, tetapi biasanya ada salah satu jenis gerakan yang menonjol atau lebih dominan. Menurut Pastuto & Soldati (1997), longsoran majemuk diantaranya adalah bentangan lateral batuan, tanah maupun bahan rombakan.
5. Rayapan (*creep*) adalah gerakan yang dapat dibedakan dalam hal kecepatan gerakannya yang secara alami biasanya lambat (Zaruba & Mencl, 1969; Hansen, 1984). Untuk membedakan longsoran dan rayapan, maka kecepatan gerakan tanah perlu diketahui untuk lebih jelas lihat tabel 2.4. Rayapan (*creep*) dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: rayapan musiman yang dipengaruhi iklim, rayapan bersinambungan yang dipengaruhi kuat geser dari material, dan rayapan melaju yang berhubungan dengan keruntuhan lereng atau perpindahan massa lainnya (Hansen, 1984) .

Tabel 2.4 Laju kecepatan gerakan tanah (Hansen, 1984)

KECEPATAN	KETERANGAN
> 3 meter/detik	Ekstrim sangat cepat
3 meter/detik s.d. 0.3 meter/menit	Sangat Cepat
0.3 meter/menit s.d. 1.5 meter/hari	Cepat
1.5 meter/hari s.d. 1.5 meter/bulan	Sedang
1.5 meter/bulan s.d. 1.5 meter/tahun	Lambat
0.06 meter/tahun s.d. 1.5 meter/tahun	Sangat lambat
< 0.06 meter/tahun	Ekstrim sangat lambat

6. Gerak horisontal / bentangan lateral (*lateral spread*), merupakan jenis longsor yang dipengaruhi oleh pergerakan bentangan material batuan secara horisontal. Biasanya berasosiasi dengan jungkiran, jatuhnya batuan, nendatan dan luncuran lumpur sehingga biasa dimasukkan dalam kategori *complex landslide* – longsor majemuk (Pastuto & Soldati, 1997). Pada bentangan lateral tanah maupun bahan rombakan, biasanya berasosiasi dengan nendatan, luncuran atau aliran yang berkembang selama maupun setelah longsor terjadi. Material yang terlibat antara lain lempung (jenis *quick clay*) atau pasir yang mengalami luncuran akibat gempa (Buma & Van Asch, 1997).
7. Pada longsor tipe translasional maupun rotasional, ada batas antara massa yang bergerak dan yang diam (disebut bidang gelincir), kedalaman batas tersebut dari permukaan tanah sangat penting bagi deskripsi longsor.

2.3. Faktor yang Dapat Menyebabkan Ketidakstabilan Lereng

Longsornya suatu lereng bisa disebabkan oleh faktor *internal* lereng maupun faktor eksternal lereng, antara lain: terjadinya gempa, curah hujan yang tinggi (iklim), vegetasi, morfologi, batuan/tanah maupun situasi setempat (Anwar dan Kesumadharna, 1991; Hirnawan, 1994), tingkat kelembaban tanah (*moisture*), adanya rembesan dan aktifitas geologi seperti patahan (terutama yang masih aktif), rekahan dan liniasi (Sukandar, 1991). Proses eksternal penyebab longsor yang dikelompokkan oleh Brunnsden (1993, dalam Dikau et.al., 1996) diantaranya adalah :

1. pelapukan (fisika, kimia dan biologi),
2. erosi,
3. penurunan tanah (*ground subsidence*),
4. deposisi (*fluvial, glasial* dan gerakan tanah),
5. getaran dan aktivitas *seismik*,
6. jatuhnya tepra,
7. perubahan rejim air.

Pada beberapa kasus longsor, hujan sering sebagai pemicu karena hujan meningkatkan kadar air tanah yang menyebabkan kondisi fisik/mekanik material tubuh lereng berubah. Kenaikan kadar air akan memperlemah sifat fisik-mekanik tanah dan menurunkan Faktor Keamanan lereng (Brunnsden & Prior, 1984; Bowles, 1989; Hirnawan & Zakaria, 1991).

Penyebab lain dari kejadian longsor adalah gangguan-gangguan internal, yaitu yang terjadi dalam tubuh lereng sendiri terutama karena ikut sertanya

peranan air dalam tubuh lereng. Kondisi ini tak lepas dari pengaruh luar, yaitu iklim yang diwakili oleh curah hujan. Jumlah air yang meningkat dicirikan oleh peningkatan kadar air tanah, derajat kejenuhan, atau muka air tanah.

Kenaikan air tanah akan menurunkan sifat fisik dan mekanik tanah dan meningkatkan tekanan pori (μ) yang berarti memperkecil ketahanan geser dari massa lereng. Debit air tanah juga membesar dan erosi di bawah permukaan meningkat. Akibatnya lebih banyak fraksi halus (lanau) dari masa tanah yang di hanyutkan, lebih jauh ketahanan massa tanah akan menurun (Bell, 1984, dalam Hirnawan, 1993).

2.4. Gabion

2.4.1. Defenisi gabion

Gabion adalah kotak yang terbuat dari anyaman kawat baja berlapis seng yang pada penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegah erosi yang dipasang pada tebing, tepi-tepi sungai, yang proses penganyamannya menggunakan mesin (SNI 03 – 0090 – 1999).

2.4.2. Bentuk dan ukuran gabion

(SNI 03 – 0090 – 1999) membagi bentuk dan ukuran gabion dalam dua bentuk sebagai berikut :

1. ukuran anyamannya 80 mm x 100 mm atau 100 mm x 120 mm dengan ϕ kawat anyaman 2,70 mm atau 3,00 mm, kawat sisi ϕ 3,40 mm atau 4,00 mm, kawat pengikat ϕ 2 mm. Toleransi ukuran kotak (panjang, lebar dan tinggi) sebesar 5%. Dapat dilihat pada tabel 2.5.

2. ukuran anyamannya 60 mm x 80 mm, ϕ kawat anyaman 2 mm, kawat sisi ϕ 2,70 mm, kawat pengikat ϕ 2 mm. Untuk ukuran anyaman 80 cm x 100 cm, diameter kawat anyaman 2,7 mm, kawat sisi ϕ 3,40 mm dan kawat ikat ϕ 2 mm. Toleransi ukuran kotak (panjang, tinggi dan lebar) sebesar 5%. Dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Ukuran dan Bentuk *Gabion*

	Panjang	Lebar	Tinggi
BENTUK I (meter)	2	1	0,5
	3	1	0,5
	4	1	0,5
	3	1,5	0,5
	2	1	0,5
	3	1	0,5
	4	1	0,5
BENTUK II (meter)	6	2	0,17
	6	2	0,23
	6	2	0,30

2.5. Plaxis

Plaxis adalah program komputer yang menggunakan metode elemen hingga dua dimensi secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. Program ini memiliki empat buah sub program yaitu masukan, perhitungan, keluaran dan kurva.