

Studi Model Kemantapan Lereng Alam

Oleh : Ir. Saroso B.S.



Keberhasilan pekerjaan engineering dalam menanggulangi longsor alam ditentukan oleh informasi dan analisa data geologi maupun geoteknik. Sehingga dapat ditentukan secara tepat faktor penyebab longsor alam.

Beberapa faktor yang amat menyolok dalam menunjang masalah kemantapan lereng alam adalah sudut kelerengan alam itu sendiri, yang terbentuk oleh pengaruh external dan internal pada lereng tersebut serta letak lereng dalam lingkungan tertentu.

Faktor external (luar) adalah letak geografis serta iklim, dimana keadaan jumlah dan kadar curah hujan memegang peranan penting dalam pembentukan pelapukan serta sudut lereng tersebut. Sedangkan faktor internal sendiri misalnya berat tanah, kuat geser dan sudut geser dalam tanah serta macam tanah sangat terpengaruh oleh faktor keairan yang telah menyusup kedalam tanah tersebut.

Dalam studi model disini berangkat dari anggapan tipe longsor adalah translasi yang diperoleh dalam studi phase pertama tahun 1982. Simulasi model dengan menggunakan rumus Janbu horizontal interslice (1957) menunjukkan hubungan angka faktor keamanan (FS) dengan variabilitas kedalaman bidang gelincir, kedalaman muka air tanah serta sudut geser tanah.

PENDAHULUAN

Hampir 150 lokasi longsor yang terjadi dapat dikelompokkan 40% terdapat di lingkungan rempah gunung api, 20% terbentuk di daerah sedimen tua, sisanya terjadi akibat erosi sungai, hasil pelapukan di daerah batuan metamorf. [Saroso, 1980 (1)].

Suatu teknik atau metoda penyelidikan longsor terdiri dari :

- (a). Evaluasi terrain longsor [Liang, 1978(2)] untuk melihat gejala longsor daerah luas.
- (b). Mempelajari proses pembentukan unsur kelerengan [Kirkby, 1978,(3)] dikenal dengan istilah semi empirical approach oleh [Brandt, 1980,(4)].

(c). Perhitungan empiris keseimbangan lereng menurut Bishop, Fellenius, Janbu, dan lain-lainnya adalah dikenal dengan metoda klasik. Metoda (b) dan (c) adalah langsung berhubungan dengan longsor tersebut.

Hasil pengamatan [Dowling dan Saroso, 1981, (5)] longsor di Jawa umumnya terbentuk dari proses longsor rotasi yang berkembang menjadi aliran dan translasi yang melibatkan tanah debris atau "old landslide mass" yang terdiri dari lempung hingga bongkah batuan. Suatu kenyataan bahwa analisa keseimbangan kemantapan lereng alam yang telah longsor adalah sulit mengingat beberapa variabilitas antara lain : macam dan sifat tanah, tekanan air

pori yang dipengaruhi kadar curah hujan, sifat dan kedalaman bidang gelincir dan faktor lingkungan tertentu (daerah gempa, penggunaan macam lahan, dan lain-lain).

Berangkat dari kenyataan tersebut, di sini dilakukan analisa model longsor dengan simulasi beberapa kemungkinan variabilitas kedalaman muka air tanah, kedalaman bidang gelincir serta besaran sudut geser tanah menggunakan rumus Janbu Horizontal Interslice [1957,(6)]. Hal ini hanya mungkin dilakukan dengan fasilitas komputer yang telah direncanakan guna perhitungan kemantapan lereng, salah satu alat tersebut yaitu Unipackard Computer programme CP 109 Oasys 45, 1979.

GEOLOGI DAERAH TOMO DAN CITATAH JAWA BARAT

Sebagai daerah model adalah longsor Citatah-Padalarang Km. 22+400 dan Tomo-Kadipaten Km 61+000 di daerah Jawa Barat.

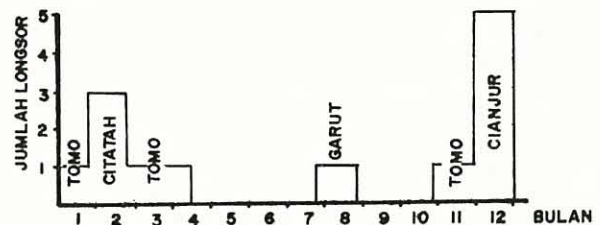
Geologi Citatah tersusun oleh batuan dari Formasi Rajamandala yaitu batu gamping yang menumpang di atas batu lempung serpihan, dan tanah debris (koluvial) menempati lereng-lerengnya. Kedua jenis batuan di atas mengalami gejala tektonik yang diperlihatkan oleh patahan, pelipatan dan rekahan. Umumnya badan jalan disini terletak di atas tanah koluvial (7).

Sedangkan jalur jalan Bandung-Cirebon Km. 60-65 dikenal daerah Tomo, Nyalindung - Kadipaten merupakan daerah potensil longsor. Daerah Tomo adalah sebagian dari formasi Subang, dimana endapan rempah vulkanik tua terletak di atas batu lempung lanau keserpihan. Umumnya jalan menumpang dan terletak di atas tanah debris (koluvial). Daerah ini juga telah mengalami gejala tektonik (8).

HIDROMETEOROLOGI DAN KEBOLAHJADIAN LONGSOR

Tomo (200 - 300 m diatas muka laut) mem-

punyai curah hujan 2500 mm/tahun, sedangkan Citatah (600 m. dpl.) bercurah hujan 2500-3000 mm/tahun. Data statistik ini menunjukkan bahwa longsor Tomo terjadi bulan Nopember - April, Citatah bulan Januari - Februari, Cianjur adalah bulan Desember - Januari.



GAMBAR: 1 KEJADIAN LONGSOR DI JAWA BARAT

Secara umum dikatakan bahwa pada musim hujanlah terjadi longsor atau gangguan keseimbangan kemantapan lereng. Hal ini dapat dimungkinkan perubahan kuat geser tanah disebabkan oleh fluktuasi tekanan air pori yang dicerminkan oleh geometri lereng dan kadar curah hujan.

Gambar 2 (lihat halaman selanjutnya) menunjukkan hubungan antara intensitas hujan tahun 1983 dan fluktuasi muka air tanah bebas sepanjang lereng dari "open stand pipe", untuk Tomo Km. 61+000. Hal serupa ditunjukkan oleh pengamatan di Citatah Km. 22+400 [Saroso, 1984,(9)].

Dapatlah dikemukakan bahwa pada bulan tertentu dalam musim hujan ataupun musim kemarau dijumpai muka air tanah konstan, selanjutnya memasuki bulan berikutnya terjadi fluktuasi tinggi yang amat tegak dan drastis dalam tempo relatif pendek, sehingga diperoleh hasil perubahan tekanan air pori yang amat berarti, untuk selanjutnya dapat memacu longsor.

SIFAT KETEKNIKAN TANAH PADA LONGSORAN

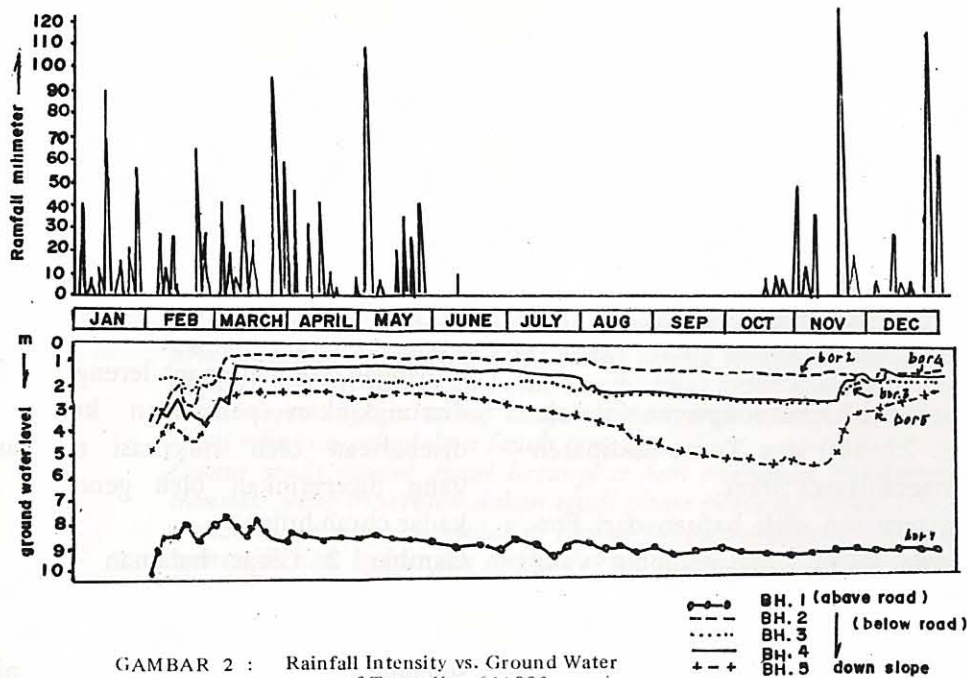
Dalam penampang longsor menunjukkan

beberapa bagian yaitu ;

- (a). Material longsor yang bergerak dan pin-dah tempat.
- (b). Lapisan dasar longsor yang tidak ikut bergerak, dan
- (c). Media longsor terletak diantara (a) dan (b) dikenal sebagai bidang longsor.

Sifat lembek tanah pada bidang gelincir juga ditunjukkan turunnya nilai kuat tekan sondir dan penetrasi dari longсорan Tomo Km.64+200 (Samsyudin, 1983).

Sebagai gambaran kesulitan penentuan bidang gelincir ditunjukkan oleh gambar 3 di mana dari suatu pengujian tertentu (seperti



GAMBAR 2 : Rainfall Intensity vs. Ground Water of Tomo Km. 61+000 INDONESIA (th. 1983).

Kenampakan yang patut mendapat perhatian adalah macam dan sifat tanah pada media longsor yang banyak dikemukakan oleh beberapa ahli antara lain : Zaruba (1969) memonitor pipa vertikal dibuat dari tanah telah hancur pada kedalaman 2 – 3 meter, nilai resistivitas tanah turun pada kedalaman 8 m (Soderholm, 1969). Penelitian di Jepang menunjukkan adalah "slicken-side" sepanjang bidang gelincir (Kawakami, 1980), sedangkan penelitian penulis (Saroso, 1979) dijumpainya lempung lanauan pada bidang gelincir yang amat basah/kadar air tinggi sehingga nilai resistivitas tanah turun mendadak.

sondir, slip indikator, penetrasi dari pemboran, pemeriksaan laboratorium) akan menghasilkan titik-titik lemah lebih dari satu pada satu kedalaman.

Sedangkan sifat keteknikan pada tanah bidang gelincir juga amat bervariasi, Tabel I terlampir memperlihatkan nilai kohesi "peak" dan besarnya sudut geser dalam.

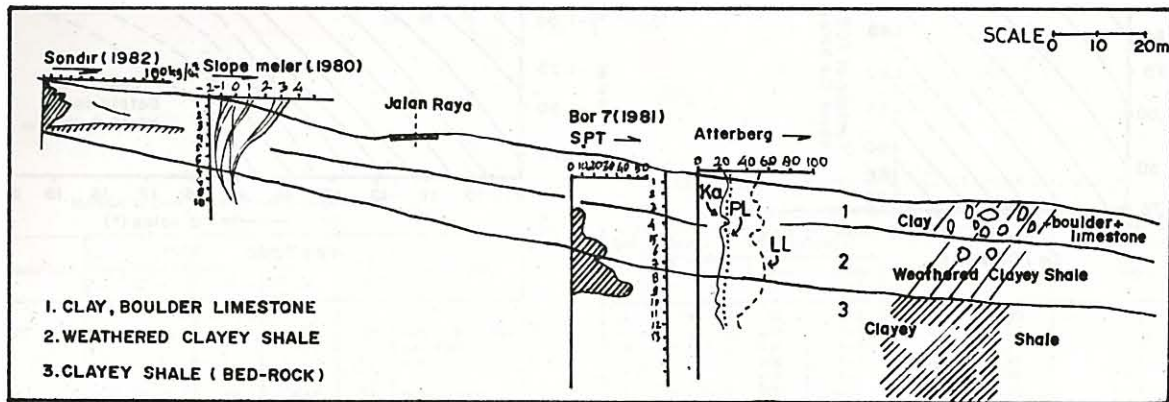
SIMULASI MODEL KEMANTAPAN LERENG ALAM

Yang dimaksud adalah mencari nilai faktor ke-

amanan dikaitkan dengan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah, kedalaman bidang gelincir serta kedalaman muka air tanah terhadap longsor alam di Citatah Km. 22+400 dan Tomo Km. 61+000.

KESIMPULAN

Suatu hubungan dalam bentuk grafis telah diperoleh untuk faktor keamanan dari kedalaman air tanah dengan nilai Q (sudut geser dalam)



GAMBAR 3 : Pengujian bidang longsor pada Penampang Longsor Lereng Alam di Citatah (Km. 22+400)

Simulasi model ini didasarkan atas :

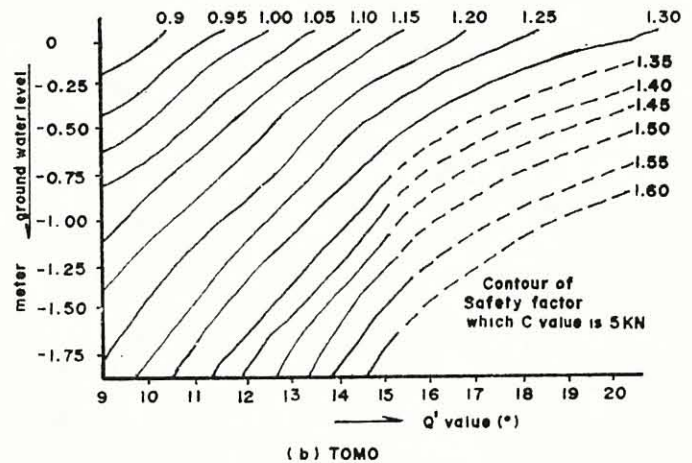
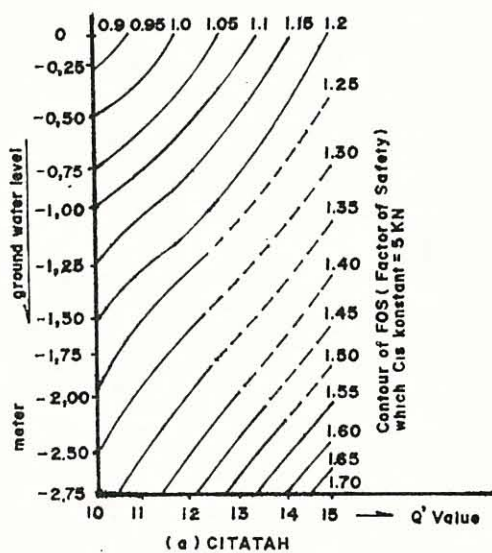
- Rumus keseimbangan lereng dengan perhitungan tegangan efektif total akibat tekanan air pori sepanjang lereng.
- Tekanan air pori disini dicerminkan dari perubahan muka air tanah dengan penambahan setiap 25 cm atau 50 cm mulai dari permukaan tanah hingga kedalaman tertentu.
- Dimensi longsor baik kedalaman maupun panjang bidang longsor yang bervariasi.
- Variasi besarnya nilai kohesi dan susut geseran dalam pada tanah bidang gelincir.
- Perhitungan faktor keamanan diperoleh langsung dari rumus Janbu Horizontal Interslice sesuai dengan anggapan longsor tipe translasi baik di Citatah maupun di Tomo.

Hasil simulasi dapat dibaca dalam Tabel 2 terlampir dimana untuk Citatah dilakukan simulasi sebanyak 15 buah dan di Tomo 25 buah.

sehingga dengan turunnya muka air tanah pada kedalaman tertentu dengan susut geser dalamnya akan diperoleh angka faktor keamanan (lihat Grafis). Diperlukan suatu kecermatan cara/metoda penentuan bidang gelincir dan pengambilan contoh tanah sehingga benar-benar diperoleh ketelitian hasil pemeriksaan laboratorium.

Keseimbangan kemandapan lereng sangat dipengaruhi oleh perubahan tegangan air pori yang juga dicirikan dari fluktuasi muka air tanah, untuk itu perlu dicari padanya suatu areal yang mewakili untuk pengamatan curah hujan terutama saat hujan, kedalaman air tanah dan tekanan air pori dari pisometer.

Penggunaan computer untuk analisa longsor sangat mengesankan karena relatif singkat dapat dilakukan simulasi sebanyak-banyaknya dengan memasukkan macam-macam nilai dari beberapa faktor, sehingga dapat membantu analisa penanggulangannya dengan berbagai variant.



REFERENSI

- (1). Saroso B.S., 1980 Landslide affected road construction in Indonesia NRCDP, Vol. II, Tsukuba, Tokyo, Japan.
- (2). Liang T. 1978, Landslides analysis and control, TRB, National Academic of Science, Washington.
- (3). Kirkby M. J., 1978, Hillslope hydrology, John Willey, New York.
- (4). Brandt E. W., 1980, Hongkong landslide, Proc. Tropical Soil Engineering Conference, Hawaii.
- (5). Dowling J. W. F., Saroso B.S., 1981, A Current research on landslide in West Java, Seminar on Landslide, Indonesian Hydrolic Institute, Bandung.
- (6). Manual of Unipackard Computer Programme CP 109 Oasys, 45, 1979. The slope stability analysis.
- (7). Silitonga, 1973, Geological map of Cianjur, Geological Survey of Indonesia, Bandung.
- (8). Djuri, M., 1973, Geological map of Ardjowinangun, Geological Survey of Indonesia, Bandung.
- (9). Saroso B.S., A Study of landslide in Citatah West Java, 1984, TRRL Internal Report, United Kingdom.
- (10). Kawakami, 1980, Movement characteristic and mechanism of Narao slides, Japan, Proc. International Symposium of Landslide, India.
- (11). Saroso B.S., 1979, Penentuan bidang gelincir longsoran endapan volcanik dan endapan sungai, PIT IAGI, Yogyakarta.
- (12). Samsyudin W., 1983, Penanggulangan longsoran Tomo, Km. 64.000 – Journal Puslitbang Jalan Vol. I ke-1, Bandung.
- (13). Skempton A. W., 1957, Stability of natural slopes in the London clay, Proc., 4th ICSMFE, Vol. 12 378–381, London.
- (14). Saroso B.S., 1980, Mekanisme longsoran batuan di Gombel - Semarang, Proc. PIT IAGI Bandung.

PENULIS :

Ir. Saroso B. S. Lulusan Geologi UGM, 1971. Saat ini sedang mengikuti program S3 di ITB. Sejak tahun 1980 sebagai counterpart proyek kerja-sama Studi Geoteknik antara Puslitbang Jalan dan TRRL United Kingdom. Memperdalam masalah longsoran di Jepang, tahun 1979 dan di Inggris tahun 1983.

L A M P I R A N

TABEL 1.
HARGA C DAN ϕ LEMPUNG DAN SERPIH

Macam Tanah/Batu	PEAK		RESIDUAL		Keterangan :
	C'	ϕ'	Cr	ϕ_r	
Clay shale	10-30 kpa.	17-22	0	10	Italy : B.D. Elia, Esu (1980) M. Grisola
Clay shale	0,75 kg/cm ²	19	0,35	15	India : (1980) Natarajan, P.J. Rao
	0,20	28,5	0,20	26	
	0,20	27	0,20	25	
	0,40	26,5	0,25	24,5	
	0,50	21	0,40	14	
Neogene clay	0,20	18	—	—	Chekoslovakia (1973) Zaruba
	0	20	—	—	
Montmorillonite	0	12-14	—	—	Gould (1960)
London clay	230 lb/sq.ft.	19	—	—	Inggris (1959) : Skempton
	220	19	—	—	
	280	21	—	—	
	220	22	—	—	
	280	19	—	—	
Narao clay	34 kpa.	10,8	—	—	Japan (1980) : Kawakami, Saito, T. Abe
	16	9	—	—	
Tochiro clay	0,16 kg/cm ²	33	—	—	Japan (1980)
Tochiro Nigoro clay	0,03	33	—	—	Aoyama, Fukuda
Nagaoka shale	0,3	13	—	—	
Yagushi Tohge clay	0,04	29	—	—	
Citatah clay	0,07 kg/cm ²	27	—	—	Indonesia (1982) DPMJ-TRRL
	0,07	17	—	—	
	0,024	14	—	—	
Gombel Tuff-clay	0,279	30	—	—	Indonesia (1979) Saroso B. S.

TABEL 2.
HASIL PERCOBAAN MODEL ANALISA KESTABILAN LERENG ALAM
(1). Longsor CITATAH Km. 22.400 - JAWA BARAT

No.	Kedalaman air tanah (m)	Bidang Longsor		C' (KN)	ϕ' (o)	Faktor keamanan (FOS)
		panjang (m)	dalam (m)			
1	0	60	2-3	10	20	2.578
2	0	110	4-5	10	20	2.213
3	-2.47	110	4-5	10	20	3.201
4	0	200	5-7	10	20	2.023
5	0	200	5-7	5	10	0.901
6	-0.97	200	5-7	5	10	1.115
7	-1.47	200	5-7	5	10	1.187
8	-1.97	200	5-7	5	10	1.257
9	-2.47	200	5-7	5	10	1.320
10	-0.97	200	5-7	5	12,5	1.223
11	-1.47	200	5-7	5	12,5	1.292
12	-1.97	200	5-7	5	12,5	1.379
13	-2.47	200	5-7	5	12,5	1.465
14	0	200	5-7	5	15	1.224
15	-2.47	200	5-7	5	15	1.749

(2). Longsor TOMO, NYALINDUNG Km. 61.000 SUMEDANG, JAWA BARAT

1	-0.86	125	3	0	35	5.049
2	0	125	3	0	35	4.653
3	-0.86	125	5	0	35	2.740
4	0	125	5	0	35	2.126
5	0	125	5	0	30	1.855
6	0	125	5	0	25	1.529
7	0	125	5	5	20	1.285
8	0	125	5	5	9	0.866
9	-0.86	125	5	5	9	1.053
10	-0.25	125	5	5	9	1.094
11	-0.50	125	5	5	9	1.134
12	-0.75	125	5	5	9	1.173
13	-1.00	125	5	5	9	1.211
14	0	125	5	5	15	1.151
15	origin	125	5	5	15	1.416
16	-0.25	125	5	5	15	1.473
17	-0.50	125	5	5	15	1.530
18	-0.75	125	5	5	15	1.586
19	-1.00	125	5	5	15	1.642
20	0	125	5	5	12	0.977
21	origin	125	5	5	12	1.202
22	-0.25	125	5	5	12	1.251
23	-0.50	125	5	5	12	1.299
24	-0.75	125	5	5	12	1.347
25	-1.00	125	5	5	12	1.394