

MEMILIH LOKASI UNTUK BANGUNAN PADA LERENG PERBUKITAN AMAN LONGSOR (STUDI KASUS DI SEKARAN SEMARANG)

L a s h a r i

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229, Telp. (024) 8508102

Abstract: *Building is a place for people to do activities which becomes one of their needs. When desire arises to build at hills, e.g. Sekaran-Gunungpati-Semarang topography, it will be better to be aware of landslide. It is easier if safety criteria is known at hills area. Landslide safety criteria is useful to help the authorized people or the society to choose/use a location at hills/slope with known landslide safety level. Research was done by taking a soil sample 4 m below surface at several location in Sekaran hills. Next, land slide resistance parameter is tested. To observe the structure of lower soil layer a geo-electrical examination data is used. A sliding area model is used for analysis with assumption critical area at hard soil transition layer is around 3 m below surface. Research shows that Sekaran hills at 21° inclination angle is its critical slope for landslide. At this angle building construction is not preferable, it will be better for solid vegetation. Safe slope angle for building is below 9° in here. Meanwhile, slope angle between 9° to 21° is still considerable for building by keeping soil water content from saturation through greens, good water channel, and some soil strengthening required.*

Keywords: *slope, landslide, Sekaran.*

Abstrak: Bangunan adalah salah satu tempat untuk beraktifitas yang menjadi kebutuhan hidup manusia. Jika keinginan dalam mewujudkan suatu bangunan tertuju pada perbukitan, seperti topografi perbukitan Sekaran Gunungpati Semarang, sebaiknya dipersiapkan kecermatan terhadap bahaya longsor. Akan lebih mudah bila di wilayah perbukitan diketahui kriteria keamanan. Kriteria keamanan longsor dapat bermanfaat untuk membantu pihak yang berkompeten atau masyarakat dalam memilih/menggunakan lokasi perbukitan/lereng dengan diketahui tingkat keamanan longsor. Metode pelaksanaan dilakukan dengan mengambil sampel tanah sedalam 4 m di beberapa titik perbukitan Sekaran. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter ketahanan longsor tanah. Untuk mengetahui struktur lapisan tanah bagian bawah digunakan data penyelidikan geolistrik. Analisis digunakan model sliding area dengan anggapan daerah kritis pada lapisan perubahan tanah keras sedalam berkisar 3 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbukitan Sekaran pada kemiringan 21° adalah kemiringan lereng yang mulai tidak aman dari kelongsoran. Kemiringan sebesar ini tidak dianjurkan untuk didirikan bangunan, sebaiknya dimanfaatkan untuk hutan tanaman keras. Kemiringan lereng yang aman untuk didirikan bangunan adalah lereng dibawah kemiringan 9°. Sedangkan kemiringan lereng dengan kisaran 9° sampai 21°, dapat didirikan bangunan dengan persyaratan mengusahakan kandungan air tanah yang tidak cepat berubah menjadi jenuh, dengan beberapa cara : mempertahankan penghijauan, kelancaran saluran lingkungan, dan beberapa kekuatan tanah yang diperlukan.

Kata kunci: lereng, longsor, Sekaran.

PENDAHULUAN

Pendirian bangunan di perbukitan diperlukan perhatian yang lebih banyak dibandingkan pendirian bangunan di permukaan tanah lokasi yang berkontur datar. Umumnya pendirian bangunan dibuat untuk berbagai aktifitas keperluan seperti perkantoran, tempat

pendidikan atau sekolah, tempat hunian/tempat tinggal, lokasi *comonical sosial*, dan lainnya. Bangunan diharapkan dapat menciptakan rasa aman nyaman bagi pengguna. Rasa aman yang dimaksudkan adalah rasa aman terhadap faktor alam, seperti kelongsoran, angin, dan banjir. Setiap wilayah perbukitannya memiliki jenis

tanah, karakteristik serta variasi lapisan tanah yang berbeda. Wilayah di Indonesia yang terdiri banyak gunung dandaratannya tinggi yang membentang memanjang mulai dari sepanjang Pulau Sumatra Jawa, Bali, Nusatenggara, banyak dijumpai bagian-bagian yang berupa perbukitan dengan lereng-lereng alam yang bervariasi dari kemiringan landai sampai curam. Kelemahan yang sangat menonjol untuk wilayah perbukitan/lereng yang dapat menimbulkan kelongsoran tanah. Untuk menghindari bencana kelongsoran sebaiknya dalam pendirian bangunan pada wilayah berlereng untuk keperluan aktifitas sosial diperlukan pengkajian keamanan terhadap kelongsoran tanah. Keamanan terhadap pendirian bangunan di lereng, diperlukan rambu-rambu yang dapat menunjukkan lokasi yang aman dari bahaya longsor. Oleh karena itu dengan rambu-rambu yang dihasilkan, lereng alam atau lereng yang terdapat di perbukitan Sekaran Semarang akan dapat dimanfaatkan dengan aman.

Kelongsoran tanah di Indonesia pada tahun-tahun terakhir ini jumlah kejadian (kwantitas) mengalami peningkatan cukup tajam. Kerusakan alam dituding menjadi penyebab utama. Apabila permasalahan ini tidak segera ditangani diperkirakan lahan kritis atau kejadian kelongsoran tanah akan meluas pada tahun-tahun yang akan datang. Kerusakan disinyalir penggundulan hutan atau semakin berkurangnya penghijauan bagian hulu (pegunungan/perbukitan). Diperparah munculnya peningkatan pemanasan global dunia yang menimbulkan efek rumah kaca. Peningkatan suhu panas di muka Bumi akan menyebabkan peningkatan permukaan air laut (mencairnya gugusan es di ke dua kutub) dan mempengaruhi keteraturan musim yang selama

ini berjalan.. Mengamati kelongsoran tanah, pada umumnya terjadi setelah turunnya hujan dalam intensitas waktu tergolong lama. Air hujan mengalir membasahi tanah dan masuk ke bagian tubuh tanah perbukitan. Ketahanan tanah terhadap kelongsoran dapat berubah menjadi lebih rendah apabila tanah tersebut mengalami peningkatan kandungan air di dalam tanah (Raharjo, 2002), (Hardiyatmo, 2006). Tambahan air di dalam tanah menjadikan ketahanan tanah mengalami penurunan, bila dorongan longsor terhadap ketahanan tanah terlampaui maka tanah menjadi longsor (Craig, 1991).

Tragedi kelongsoran pernah terjadi di wilayah ini pada tahun 2006, tercatat 45 rumah rusak berat, penghuni mengalami kerugian harta benda yang tidak sedikit, terjadi setelah hujan dengan intensitas waktu yang panjang. Mengkaji bagian wilayah perbukitan yang telah terjadi longsor, diperkirakan masih banyak bagian wilayah ini yang berpotensi longsor. Ditinjau dari tingkat kecuraman bukit, masih cukup banyak bagian wilayah perbukitan disekitarnya yang memiliki sudut kecuraman yang lebih besar, meskipun hal ini tidak satu-satunya faktor penyebab, masih banyak faktor penyebab lainnya yang akan diulas pada bagian selanjutnya.

Untuk mengenal bagian wilayah rawan longsor (wilayah tidak layak huni), maka pada tulisan ini akan disampaikan ulasan berdasarkan teori kelongsoran. Tujuan yang diharapkan dapat dicapai dari tulisan ini adalah untuk memberikan informasi tentang kriteria wilayah di perbukitan Sekaran yang rawan longsor (tidak layak untuk pemukiman/perumahan).

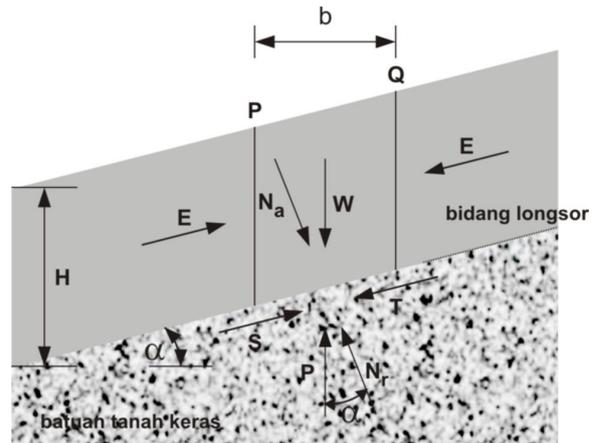
KONSEP DASAR

Tanah berlereng di daerah Sekaran dapat terbagi menjadi 2 bagian. Bagian bawah merupakan lapisan tanah dasar keras atau tanah batuan yang masif, sedangkan bagian lapisan atas merupakan lapisan tanah lunak setebal berkisar 2,5 m – 4 m, yang mempunyai sudut kemiringan terhadap horizontal air.

Asumsi dasar yang dipakai untuk pendekatan menganalisis kestabilan tanah berlereng di daerah Sekaran adalah :

1. Keruntuhan tanah diperhitungkan keruntuhan kawasan.
2. Keruntuhan kawasan adalah keruntuhan sliding/ geser yang akan terjadi di antara lapisan tanah lunak dan lapisan tanah keras (sedalam 3 m dari muka tanah)
3. Tanah dasar dianggap homogen mulai permukaan sampai pada kedalaman 3 m
4. Tanah keras yang berada dibawah 3 m dari permukaan memiliki kekerasan yang sama sedalam 3 m dari permukaan seluas kawasan.
5. Memiliki perbedaan yang nyata antara lapisan tanah lunak dan tanah keras pada kedalaman 3 m dari permukaan tanah berlereng.
6. Kandungan air tanah hanya dipertimbangkan mempengaruhi berat tanah lunak yang berada diatas lapisan tanah keras.
7. Beban diatas tanah seperti tumbuh-tumbuhan, rumah, atau lainnya tidak diperhitungkan membebani tanah dibawahnya.

Teori keruntuhan tanah yang digunakan adalah analisis stabilitas lereng dengan bidang longsor datar lereng tak terhingga (*infinite slope*).



Gambar 1. Lereng tak terhingga

$$\text{Faktor aman } FK = \frac{c}{\gamma H \cos^2 \alpha} + \frac{\text{tg } \Phi}{\text{tg } \alpha}$$

Dimana :

FK = faktor aman

c = kohesi tanah

Φ = sudut gesek dalam tanah

γ = berat volume tanah

α = sudut kemiringan lereng

Jika nilai $FK = 1$ kondisi lereng kritis secara teoritis dan jika nilai $FK = 1,2$ kondisi lereng kritis dengan angka keamanan, untuk pekerjaan dilapangan.

Pada kasus di daerah Sekaran Gunungpati, ketebalan tanah permukaan sampai tanah keras (H), tetap sebagai ketebalan lapisan tanah permukaan yang diasumsikan dapat mengalami kelongsoran setebal 3 m. Kohesi tanah (c) tetap, karena tanah diasumsikan homogen sampai pada kedalaman 3 m. Sudut gesek dalam tanah (Φ) tetap, karena tanah diasumsikan homogen sampai kedalaman 3 m. Berat volume tanah (γ), berubah karena kebasahan tanah sebagai variabel, variabel ini dilakukan mulai tanah kering sampai tanah jenuh air. Variabel ini untuk mendekati kondisi tanah lapangan yang mengalami musim pengujan dan musim kemarau. Sudut kemiringan lereng (α), dilakukan simulasi untuk

memperoleh kemiringan yang kritis, dengan variabel kebasahan tanah dari keadaan kering sampai jenuh air.

METODE PELAKSANAAN

Kajian kestabilan tanah perbukitan dilakukan pada bagian utara Sekaran Gunungpati Semarang. Daerah tersebut berupa lereng/perbukitan, lokasi berdekatan dengan pusat kota Semarang. Topografinya memiliki kemiringan landai sampai curam, membentang dari sebelah barat jalan raya Semarang ke Solo (bagian barat Srandol) ke arah barat sampai ke Manyaran. Perbukitan Sekaran termasuk wilayah yang memiliki perkembangan cukup pesat, dengan banyaknya berdirinya perumahan-perumahan dan pemukiman pada bagian-bagian perbukitan.

Pengambilan sampel tanah di perbukitan Sekaran selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium untuk parameter tahanan tanah yang menyebabkan kelongsoran, meliputi kohesi (c), berat volume (γ), dan sudut geser (ϕ) pada kedalaman 1-3 m (Hardiyatmo, 2003).

Guna mengetahui struktur lapisan tanah di wilayah perbukitan Sekaran digunakan hasil penyelidikan tanah geolistrik. Dari kedua sumber hasil penelitian tanah diatas selanjutnya dilakukan perhitungan simulasi longsoran dengan analisis sliding area hitungan manual dan plaxis.

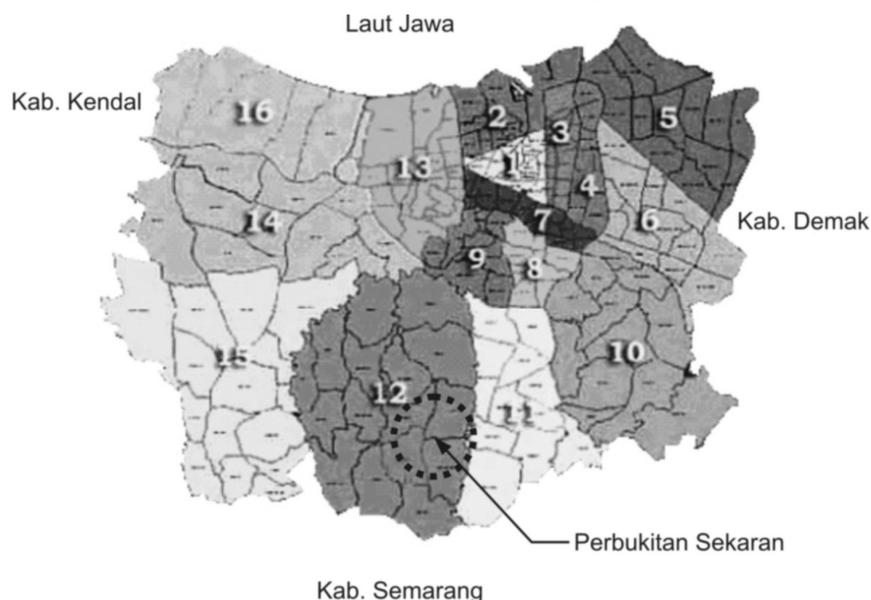
DATA TANAH

Indek properti tanah di kawasan sekaran sedalam 3 m dari permukaan tanah adalah diasumsikan sebagai tanah yang homogen, hasil pendekatan di lokasi adalah berikut :

Tabel 1. Indeks properti tanah

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Berat isi, γ (gr/cm^3)	1,761
2	Berat Jenis, Gs	2,579
3	Kadar air, w (%)	27,229
4	Berat isi kering, γ_d (gr/cm^3)	1,384
5	Porositas, n (%)	46,329
6	Angka pori, e	0,863
7	Derajat kejenuhan, Sr (%)	81,400
8	Indeks plastisitas, PI (%)	23,930

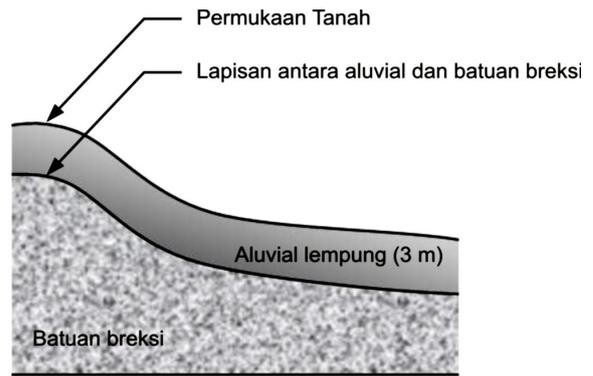
Tanah keras sedalam 3 m atau lebih dinyatakan keras setelah dilakukan pengujian sondir CPT memiliki nilai konus q_c lebih besar dari $150 \text{ kg}/\text{cm}^2$.



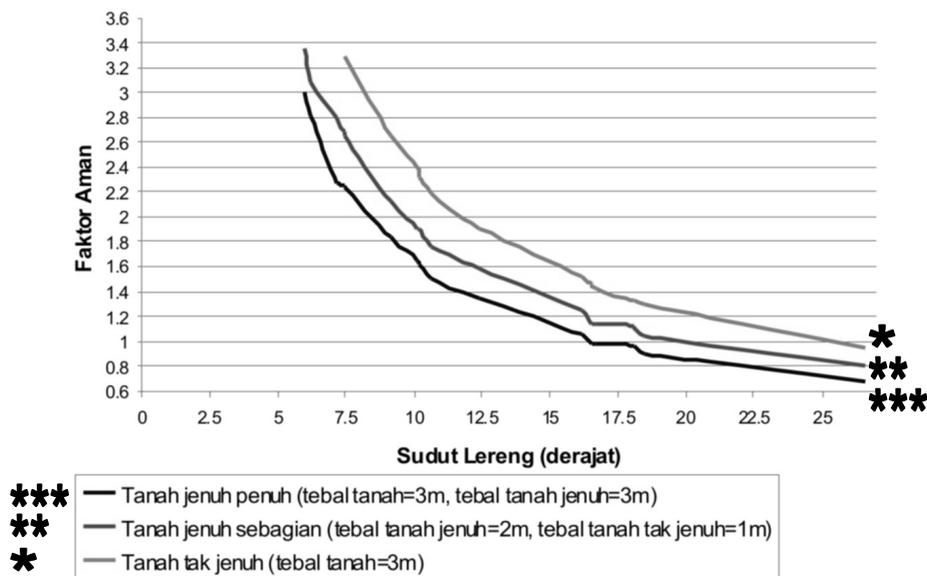
Gambar 2. Batas Wilayah Kecamatan di Kota Semarang (No. 12 : Kec Gunungpati)

HASIL DAN PEMBAHASAN

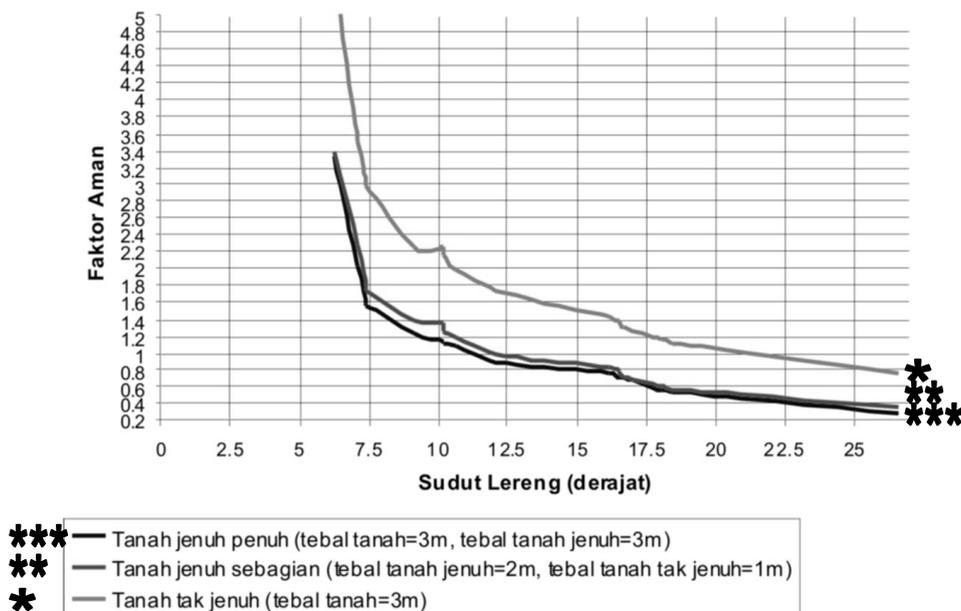
Perbukitan Sekaran memiliki struktur tanah bagian atas tanah endapan aluvial setebal kurang lebih 3 m, bagian bawah lapisan tanah batuan kompak, keras sampai sedang. Kelongsoran tanah diperkirakan berbentuk *sliding area* (longsoran kawasan) setebal 3m pada bidang kritis (lapisan perubahan antara lapisan aluvial ke lapisan kompak/batuan).



Gambar 3. Susunan lapisan tanah di Sekaran



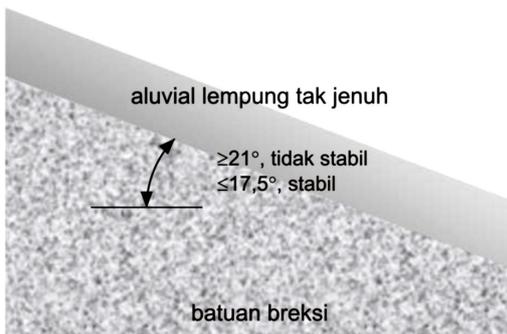
Gambar 4. Hubungan Faktor Aman dan Sudut Lereng pada Kondisi Tanah Kering, Jenuh Sebagian dan Jenuh Penuh (Metode Manual)



Gambar 5. Hubungan Faktor Aman dan Sudut Lereng pada Kondisi Tanah Kering, Jenuh Sebagian dan Jenuh Penuh (Numeris Plaxis)

Dari hasil simulasi analisis tanah aluvial dalam kondisi **tidak jenuh air** (kering), diatas lapisan batuan breksi, (gambar 6):

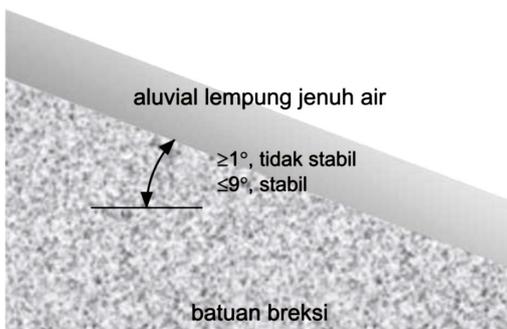
- Perbukitan Sekaran pada kemiringan 21° adalah kemiringan yang mulai tidak stabil dari kelongsoran, (FK=1)
- Sudut kemiringan antara $>17,5^\circ \sim <21^\circ$, adalah kemiringan yang labil dari kelongsoran, (FK = 1 ~ 1,2)
- Sudut kemiringan lereng yang stabil dari kelongsoran mulai $17,5^\circ$ ke bawah, (FK=1,2).



Gambar 6. Lapisan tanah atas tak jenuh air

Dari hasil simulasi tanah aluvial dalam **kondisi jenuh air**, setebal 3m diatas lapisan batuan breksi, (gambar 7):

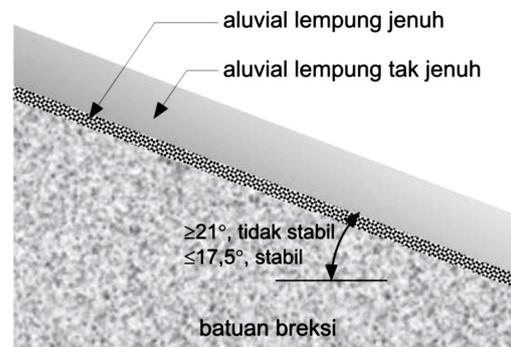
- Perbukitan Sekaran pada kemiringan 11° adalah kemiringan mulai tidak stabil dari kelongsoran, (FK=1)
- Sudut kemiringan antara $>9^\circ \sim <11^\circ$, adalah kemiringan yang labil dari kelongsoran, (FK = 1 ~ 1,2)
- Sudut kemiringan lereng yang stabil dari kelongsoran mulai 9° ke bawah, (FK=1,2).



Gambar 7. Lapisan tanah atas jenuh air

Dari hasil simulasi analisis tanah aluvial pada **bidang kritis telah jenuh air dan lapisan atas tak jenuh air** diatas lapisan batuan breksi, (gambar 8):

- Perbukitan Sekaran pada sudut $11,5^\circ$ adalah kemiringan yang mulai tidak stabil dari kelongsoran, (FK=1)
- Sudut kemiringan antara $>9,5^\circ \sim <11,5^\circ$, adalah kemiringan yang labil dari kelongsoran, (FK = 1 ~ 1,2)
- Sudut kemiringan lereng yang stabil dari kelongsoran mulai $9,5^\circ$ ke bawah, (FK=1,2).



Gambar 8. Kondisi jenuh air pada perubahan lapisan batuan dan lapisan aluvial

Lapisan tanah di perbukitan Sekaran ataupun tanah terbuka lainnya akan mengalami perubahan kandungan air tanah mengikuti perubahan musim (kemarau ke musim penghujan atau sebaliknya), dari kondisi kering, basah dan dapat sampai jenuh air, begitu sebaliknya dari jenuh air berubah menjadi kering udara pada saat perubahan dari musim penghujan ke musim kemarau. Kasus tanah diperbukitan Sekaran, beberapa hal yang perlu mendapat perhatian adalah :

- Kemiringan lereng mulai 21° (derajat) keatas, hindarkan untuk penggunaan tempat hunian. Kemiringan lereng sebesar ini termasuk yang berpotensi rawan longsor. Pemanfaatan lahan seperti ini sangat baik digunakan sebagai daerah konservasi lahan atau

penghijauan, lahan tanaman pohon tahunan. Meskipun dengan penanaman tumbuhan di lokasi seperti ini secara teoritis belum dapat mendukung bahaya terjadinya kelongsoran, karena bidang kritis longsor berada cukup jauh di bawah akar pohon.

2. Tanah perbukitan Sekaran yang mengalami kebasahan tidak sampai jenuh air, potensi kelongsor pada kemiringan lereng $17,5^\circ$ sampai mendekati 21° (derajat). Potensi longsor pada kemiringan ini dapat diupayakan menjadi aman dengan menghambat kejenuhan tanah pada wilayah kemiringan lereng. Caranya dengan menghidupkan tubuh-tumbuhan yang dapat menutup permukaan tanah seperti rumput, perdu dan pohon-pohon. Cara ini belum tentu dapat menjamin keamanan kelongsoran, tergantung dari seberapa besar air tanah yang menyebabkan kejenuhan dapat dihambat/ditahan. Lahan dengan kemiringan ini bila dipaksakan untuk digunakan sebagai tempat hunian, yang perlu diperhatikan adalah sistem pengaturan saluran air dikawasan yang dapat berfungsi secara baik dan lancar, diupayakan saluran kedap air atau sedikit air saluran yang meresap ke dalam tanah. Hindarkan aliran air yang banyak merembes ke dalam tanah, seperti membuat sumur-sumur resapan dan saluran lingkungan dengan dasar meresap.

Mewaspadaai bila dijumpai retakan tanah memanjang terutama dibagian atas kemiringan tanah. Fenomena ini menunjukkan tanah dalam keadaan kritis longsor. Upaya mengatasinya dengan menutup segera retakan-retakan pada permukaan tanah agar supaya sebagian

besar aliran air permukaan (air hujan) tidak masuk ke dalam tanah melalui retakan. Bila retakan tanah dibiarkan dapat menjadi media aliran air masuk ke dalam tanah, dapat mempercepat kejenuhan tanah yang berada di bidang kritis pada kedalaman sekitar 3 m dari muka tanah, selanjutnya menjadi pemicu kelongsoran kawasan. Konsep sumur resapan dan atau saluran lingkungan dengan dasar tidak kedap air tidak dianjurkan karena dapat mempermudah kejenuhan lapisan tanah bawah yang dapat memperlemah tahanan tanah terhadap kelongsoran.

3. Tanah perbukitan Sekaran yang mengalami kebasahan sampai jenuh air, potensi kelongsor pada kemiringan lereng diatas 9° sampai mendekati 11° (derajat). Pada kemiringan 9° ke bawah lereng dinyatakan aman dari bahaya kelongsoran, sehingga kemiringan lereng ini sangat cocok untuk tempat hunian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perbukitan Sekaran pada kemiringan mulai 21° adalah kemiringan yang tak layak huni karena tidak stabil dari kelongsoran. Kemiringan lereng yang layak untuk hunian mulai 9° ke bawah. Kemiringan diantara 9° sampai kurang dari 21° masih dapat diupayakan untuk tempat hunian dengan beberapa langkah penanganan perawatan dan perkuatan seperti penghijauan, perencanaan dan pembangunan saluran yang berfungsi secara baik dan lancar sepanjang tahun, dan pemberian perkuatan pada bagian lokasi yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Craig R.F,1991. *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C,2003. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Raharjo, P.dkk. 2002. *Study Pemanfaatan Ruang Dengan Memperhatikan Daerah Rawan Bencana dikota Semarang*. Makalah disampaikan dalam seminar Internasional. Fakultas Teknik UNNISULA. Semarang.