

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953). Partikel-partikel tanah berukuran yang lebih kecil dari 2 mikron ($=2\mu$), atau <5 mikron menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung daripada disebut lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ($<1\mu$) dan ukuran 2μ merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung. ASTM D-653 memberikan batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung (Hardiyatmo, 1999) adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,005 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat.

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung

saja, akan tetapi dapat bercampur butir-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

Konsistensi dari tanah lempung dan tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air. Indeks plastisitas dan batas cair dapat digunakan untuk menentukan karakteristik pengembangan. Karakteristik pengembangan hanya dapat diperkirakan dengan menggunakan indeks plastisitas (*Holtz dan Gibbs, 1962*).

Sifat plastis dari suatu tanah adalah disebabkan oleh air yang terserap di sekeliling permukaan partikel lempung, maka dapat diharapkan bahwa tipe dan jumlah mineral lempung yang dikandung didalam suatu tanah akan mempengaruhi batas plastis dan batas cair tanah yang bersangkutan.

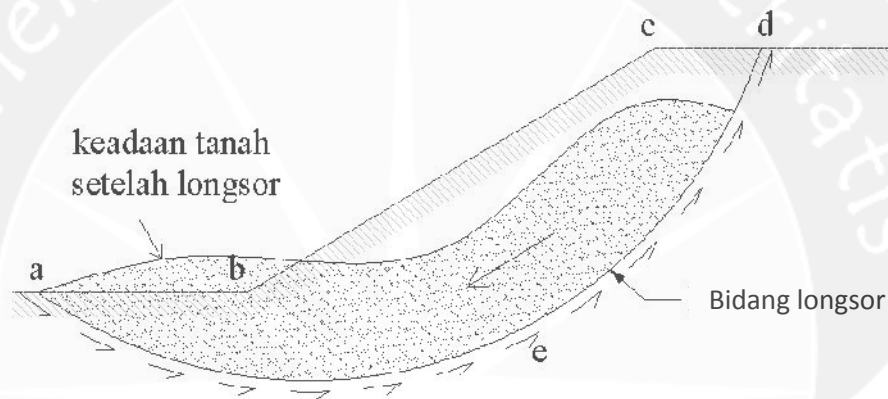
2.2 Longsor

Longsor (*slides*) merupakan gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan geser, di sepanjang satu atau lebih bidang longsor. Massa tanah yang bergerak bisa menyatu atau terpecah-pecah. Perpindahan material total sebelum longsor bergantung pada besarnya regangan untuk mencapai kuat geser puncaknya dan pada tebal zona longsonya (Hardiyatmo, 2006).

Gerakan tanah berupa longsor (*landslide*) merupakan bencana alam yang sering terjadi dan membahayakan khususnya pada waktu musim hujan. Longsor seringkali terjadi akibat adanya pergerakan tanah pada kondisi daerah lereng yang curam, kondisi tanah yang tidak homogen, dan tidak memiliki lekatan antara lapisan tanah. Faktor lain yang menimbulkan longsor adalah rembesan, aktifitas geologi seperti patahan, rekahan dan liniasi. Kondisi lingkungan setempat seperti

bentuk dan kemiringan lereng, kekuatan material, kedudukan muka air tanah dan kondisi drainase setempat juga menjadi faktor penting penyebab longsor (Verhoef, 1985).

Longsoran dapat dicegah apabila gaya dorong (gaya penyebab longsor) tidak melebihi gaya perlawanan yang berasal dari tahanan geser tanah sepanjang bidang longsor seperti pada gambar 2.1.



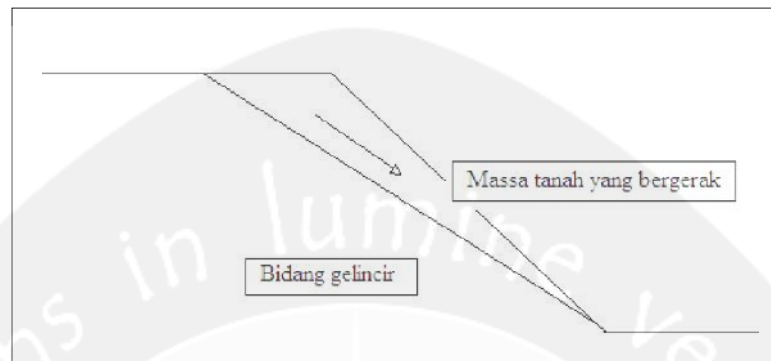
Gambar 2.1 Kelongsoran Lereng

Menurut Hardiyatmo (2006), longsoran yang sering terjadi selama ini dibagi menjadi beberapa jenis kelongsoran, yaitu:

1. Longsoran translasi

Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. Longsoran translasi merupakan gerakan di sepanjang diskontinuitas atau bidang lemah yang secara pendekatan sejajar dengan permukaan lereng, sehingga gerakan tanah secara translasi seperti pada Gambar 2.2. Dalam tanah lempung, translasi terjadi di sepanjang lapisan tipis pasir atau lanau, khususnya bila bidang lemah tersebut sejajar dengan lereng yang ada.

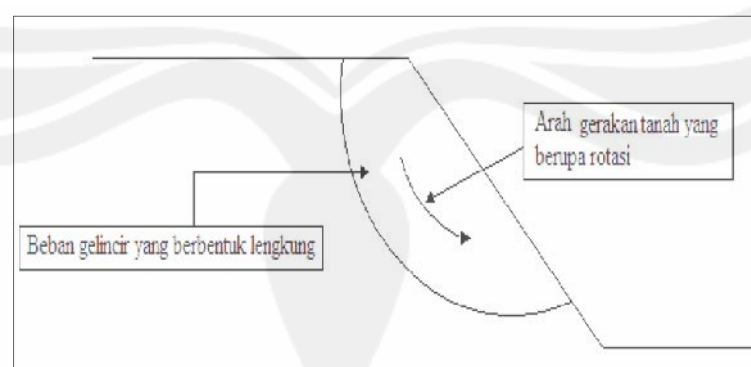
Longsoran translasi lempung yang mengandung lapisan pasir atau lanau, dapat disebabkan oleh tekanan air pori yang tinggi dalam pasir atau lanau tersebut.



Gambar 2.2 Longsoran Translasi

2. Longsoran rotasi

Bergerakannya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung seperti pada Gambar 2.3. Longsoran rotasi mempunyai bidang longsor melengkung ke atas, dan sering terjadi pada massa tanah yang bergerak dalam satu kesatuan. Longsoran rotasi murni (*slump*) terjadi pada material yang relatif homogen seperti timbunan buatan (tanggul).

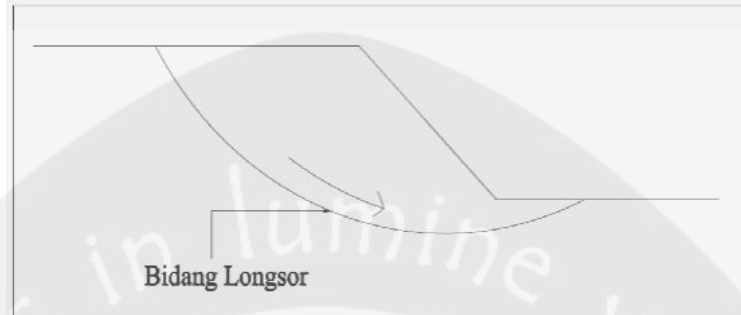


Gambar 2.3 Longsoran Rotasi

Jenis-jenis kelongsoran rotasi adalah sebagai berikut :

- a. Kelongsoran dasar (*base slide*), kelongsoran yang bidang kelongsorannya membentuk bidang busur lingkaran pada seluruh bidang lereng. Pada

umumnya disebabkan karena terdapatnya suatu lapisan lunak pada lapisan atas tanah yang keras seperti pada Gambar 2.4 dibawah ini.



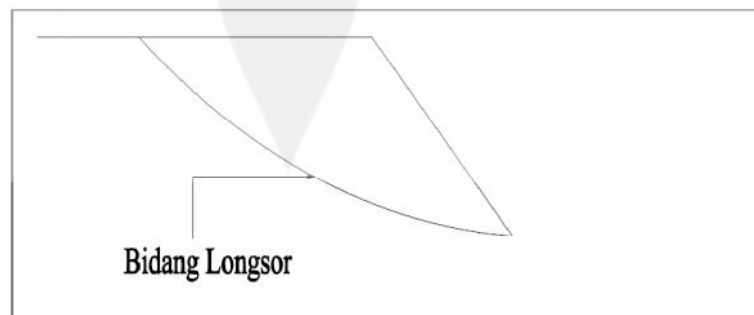
Gambar 2.4 *Base Slide*

- b. Kelongsoran lereng (*slope slide*), kelongsoran yang permukaan kelongsorannya sampai bidang lereng dan belum melewati ujung kaki lereng seperti pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 *Slope Slide*

- c. Kelongsoran ujung kaki lereng (*toe slide*), kelongsoran yang permukaan bidang kelongsorannya melalui ujung kaki lereng seperti pada Gambar 2.6 dibawah ini.

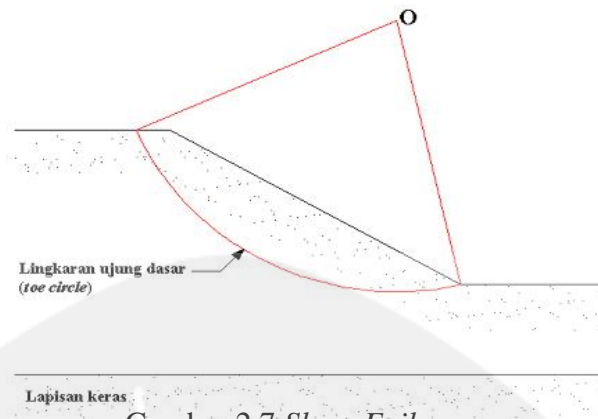


Gambar 2.6 *Toe Slide*

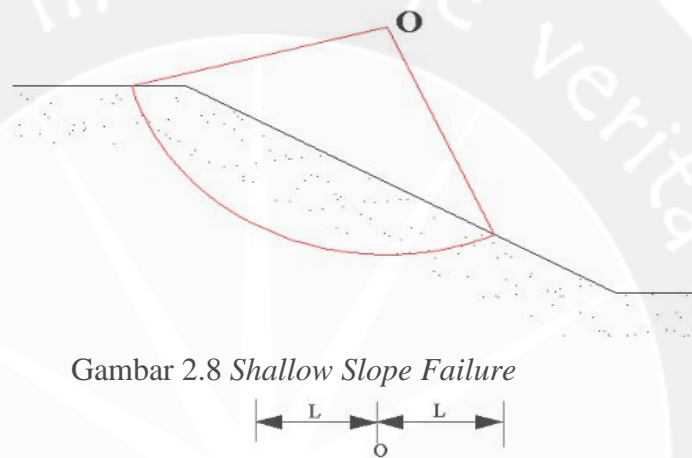
2.3 Stabilitas Lereng

Lereng merupakan suatu kondisi permukaan tanah dimana terdapat perbedaan elevasi antar satu daerah dengan daerah yang lain dan membentuk kemiringan tertentu. Pada tanah yang tidak datar akan mempunyai komponen gravitasi dan berat yang cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi tinggi ke rendah. Komponen-komponen tersebut akan menghasilkan tegangan geser pada seluruh massa tanah dan apabila tegangan lebih kecil daripada gaya penggerak yang terjadi maka dapat terjadi kelongsoran lereng. Kondisi ini dapat dicegah jika gaya dorong (*driving force*) tidak melampaui gaya perlawanan yang berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor.

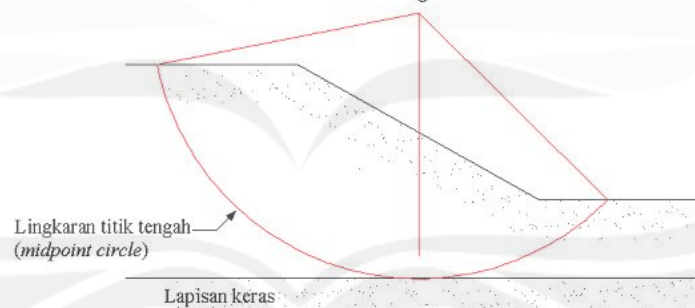
Bidang gelincir dapat terbentuk dimana saja di daerah-daerah yang lemah. Jika longsor terjadi dimana permukaan bidang gelincir memotong lereng pada dasar atau di atas ujung dasar dinamakan longsor lereng (*slope failure*) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.7. Lengkung kelongsoran disebut sebagai lingkaran ujung dasar (*toe circle*), jika bidang gelincir tadi melalui ujung dasar maka disebut lingkaran lereng (*slope circle*). Pada kondisi tertentu terjadi kelongsoran dangkal (*shallow slope failure*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Jika longsor terjadi dimana permukaan bidang gelincir berada agak jauh di bawah ujung dasar dinamakan longsor dasar (*base failure*) seperti pada Gambar 2.9. Lengkung kelongsorannya dinamakan lingkaran titik tengah (*midpoint circle*) (Das, 2002).



Gambar 2.7 Slope Failure



Gambar 2.8 Shallow Slope Failure



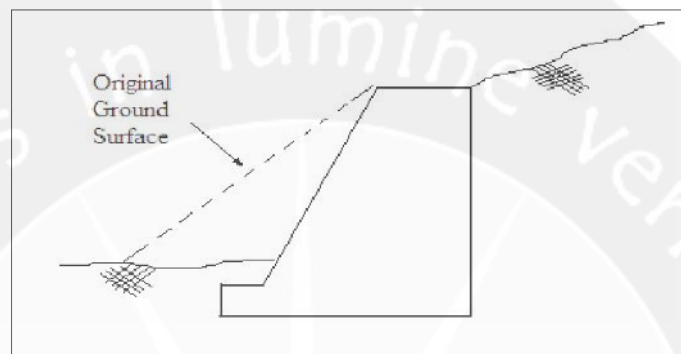
Gambar 2.9 Base Failure

Penanggulangan kelongsoran tanah dapat dilakukan dengan penggunaan konstruksi perkuatan, beberapa diantaranya yang pernah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dinding Penahan Tanah Konvensional (*Gravity Wall*)

Dinding penahan tanah adalah suatu dinding yang direncanakan untuk menahan permukaan tanah yang memiliki perbedaan tinggi pada masing-

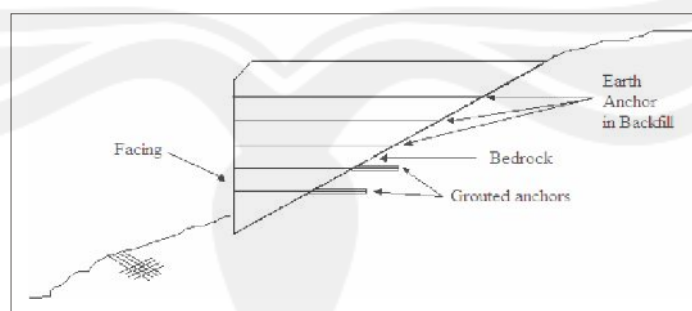
masing sisi seperti pada Gambar 2.10 *Gravity Wall* mengandalkan berat sendiri dan gerakan tanah dasar untuk memikul gaya-gaya longsoran seperti tekanan lateral. Umumnya konstruksi ini dibuat dari pasangan batu kali atau beton bertulang dan campuran keduanya.



Gambar 2.10 Dinding Penahan Tanah

2. *Soil Nailing (Tie Back)*

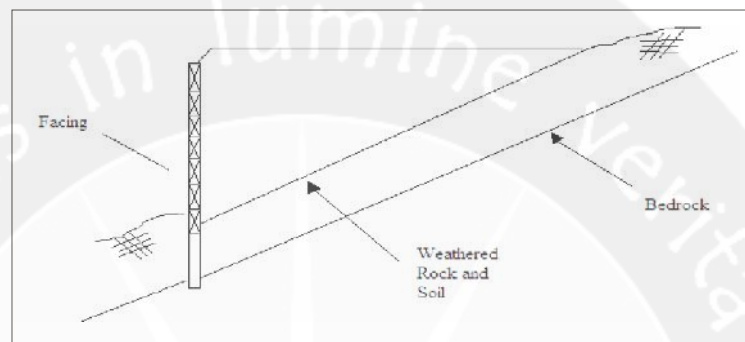
Soil Nailing adalah konstruksi perkuatan yang menggunakan batangan-batangan besi sebagai pemotong garis kelongsoran lereng. Cara aplikasi metode ini adalah dengan memasukkan/menyuntikkan batang besi batangan ke dalam lereng seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Soil Nailing*

3. Konstruksi *sheet pile* atau tiang pancang

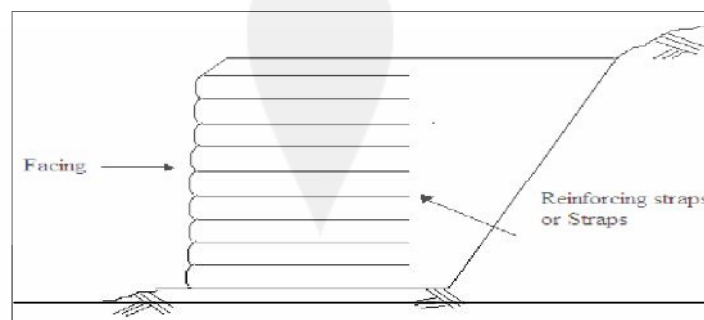
Konstruksi yang pada prinsipnya mengandalkan gaya-gaya pasif dari tanah dasar dan kekakuan konstruksi *sheet pile*. Umumnya terbuat dari beton bertulang seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Sheet Pile*

4. Perkuatan dengan geosintetik

Geosintetik merupakan material yang terbuat dari bahan-bahan sintetik dan sudah banyak digunakan sebagai solusi dalam masalah-masalah geoteknik seperti kelongsoran lereng dan timbunan, penurunan konsolidasi, konstruksi perkuatan/timbunan dan juga memberikan ketahanan yang cukup baik terhadap gempa. Untuk perkuatan dengan material geosintetik bertujuan untuk memotong garis kelongsoran seperti pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Perkuatan Geosintetik

Longsoran terjadi karena komponen gravitasi begitu besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikembangkan oleh bidang longsor tanah terlampaui. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya longsoran atau mengetahui letak bidang longsor maka perlu dianalisis yang sering disebut dengan analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering dilakukan dalam proses perancangan bangunan, untuk menghindari terjadinya pergerakan, selain itu juga digunakan untuk memeriksa keamanan dari lereng alam, lereng galian, dan lereng urugan tanah.

Metode yang paling umum digunakan dalam analisis kestabilan lereng didasarkan pada metode keseimbangan batas. Pada metode ini akan diperoleh faktor keamanan suatu lereng, dengan cara membandingkan gaya yang mempertahankan massa tanah agar tetap stabil dengan gaya yang menggerakkan massa tanah sepanjang bidang longsor. Gaya/momen yang mempertahankan massa tanah untuk tetap stabil diperoleh dari gaya perlawanan geser tanah itu sendiri, dengan membandingkan kedua gaya tersebut maka diperoleh faktor keamanan untuk kestabilan lereng (FK).

$$FK = \frac{\text{Gaya yang menahan}}{\text{Gaya penggerak}} \quad (2-1)$$

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan dan studi-studi yang menyeluruh tentang keruntuhan lereng, maka dibagi 3 kelompok rentang faktor keamanan ditinjau dari intensitas kelongsorannya (Bowles,1989), seperti pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Intensitas Kelongsoran Tanah

Nilai Faktor Keamanan	Intensitas Longsor
F kurang dari 1,07	Longsor terjadi biasa/sering (lereng labil)
F antara 1,07 sampai 1,25	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
F diatas 1,25	Longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil)

Salah satu metode yang menggunakan prinsip keseimbangan batas adalah metode irisan. Metode ini menggunakan kesetimbangan gaya dengan membagi blok kelongsoran menjadi bagian yang lebih kecil (*slices*), tegak dan lebar dari tiap-tiap irisan tidak harus sama. Macam-macam metode irisan yang sering digunakan dalam analisis kestabilan lereng adalah sebagai berikut :

a) Metode Irisan Sederhana (*Ordinary Method of Slices*)

Dengan cara mencari angka keamanan minimum yang merupakan letak dari bidang longsor, beberapa percobaan dengan cara mengubah pusat lingkaran yang dicoba (Das, 2002).

b) Metode Fellenius

Cara ini dapat dipakai pada lereng-lereng dengan kondisi isotropis, non-isotropis dan berlapis-lapis. Massa tanah yang bergerak diandaikan terdiri atas beberapa elemen vertikal. Lebar elemen dapat diambil tidak sama dan sedemikian sehingga lengkung busur di dasar elemen dapat dianggap garis lurus. Analisis stabilitas lereng cara Fellenius (1927) menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor.

c) Metode Irisan Bishop yang disederhanakan (*Simplified Bishop Method*)

Bishop (1995), memperkenalkan suatu penyelesaian yang lebih teliti daripada metode irisan yang sederhana. Dalam metode ini, pengaruh gaya-gaya pada sisi tepi tiap irisan diperhitungkan. Selain itu pada metode ini, lereng yang terdiri dari berlapis-lapis tanah dapat dianalisis.

Dalam penelitian ini yang digunakan adalah Metode Irisan Bishop yang disederhanakan (*Simplified Bishop Method*), metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan karena lokasi lingkaran longsor dengan metode ini biasanya mendekati dengan hasil pengamatan dilapangan.