

BAB II

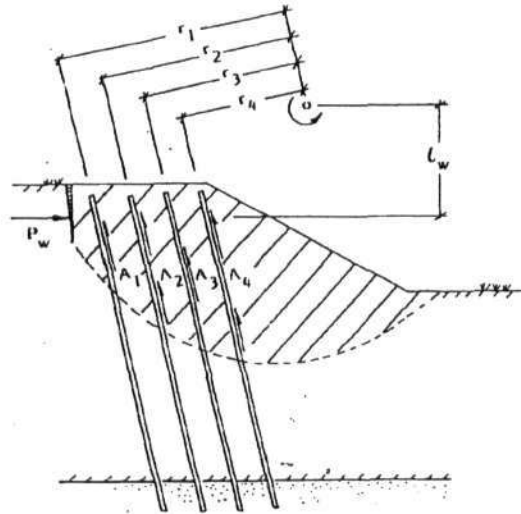
TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang beberapa hal mengenai penggunaan cerucuk dalam bidang teknik sipil dan sekilas tentang tekanan tanah lateral (*lateral earth pressure*).

2.1. PENGGUNAAN CERUCUK DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL

2.1.1. Sebagai penambah stabilitas timbunan

Broms (1972) menjelaskan penggunaan tiang-tiang kayu untuk meningkatkan kestabilan suatu timbunan di atas tanah lunak terhadap kelongsoran. Dalam hal ini teori perencanaannya dibedakan atas dua jenis penggunaan cerucuk yaitu sebagai *end bearing* dan sebagai *friction bearing*. Kelongsoran yang mungkin terjadi akan ditahan oleh gesekan dari cerucuk di bidang kelongsoran, seperti terlihat dalam gambar 2.1 dan gambar 2.2. Sedangkan pengaruh *dowel effect* umumnya tidak diperhitungkan karena diperlukan deformasi yang besar.



Gambar 2.1. Peningkatan momen penahan akibat stabilisasi dengan *end bearing piles*

Pada gambar 2.1 dijelaskan penggunaan cerucuk secara *end bearing* untuk meningkatkan stabilitas suatu timbunan. Menurut Broms fungsi cerucuk di bagian atas bidang longsor akan berpengaruh sebagai penambah momen penahan sebagai berikut :

$$M_r = \sum_1^n A_n \times r_n \times c_a$$

dimana,

A_n = luas permukaan tiang yang berada di atas bidang longsor

c_a = gaya lekatan (adhesi tiang yang berada di atas bidang longsor)

r_n = lengan momen

Pada gambar 2.2. dijelaskan pengaruh penggunaan cerucuk secara *friction bearing*. Di sini, bagian dari cerucuk yang membantu stabilitas adalah cerucuk di bagian bawah bidang longsor. Momen tambahan akibat adanya *friction piles* tersebut adalah :

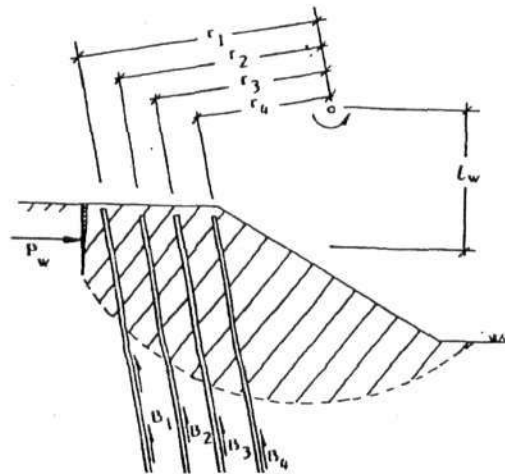
$$M_r = \sum_1^n B_n \times r_n \times c_a$$

dimana,

B_n = luas permukaan tiang yang berada di bawah bidang longsor

c_a = gaya lekatan (adhesi tiang yang berada di atas bidang longsor)

r_n = lengan momen



Gambar 2.2. Peningkatan momen penahan akibat stabilisasi dengan *floating bearing piles*

Pada umumnya, kekuatan geser tanah (C_u, τ) yang digunakan untuk menghitung daya dukung dari *embankment piles* atau kestabilan lereng direduksi sebagai berikut :

$$C_u, \tau = C_u / FS$$

dimana,

C_u = undrained shear strength dari tanah liat

FS = angka keamanan, bisa diambil = 1.5

Jika sensitivity dari tanah liat tersebut tinggi, maka kekuatannya direduksi sampai 50 %.

2.1.2. Sebagai penambah stabilitas sheet pile

Broms mengusulkan suatu teori mengenai keuntungan penggunaan cerucuk untuk konstruksi sheetpile pada tanah lunak. Bila susunan cerucuk dipasang di belakang struktur penahan tanah, tekanan tanah aktif yang terjadi pada struktur penahan tanah akan berkurang. Kepadatan tanah di belakang struktur tersebut ada yang bertambah dan berkurang. (Gambar 2.3.)

Sedangkan penggunaan cerucuk di depan struktur penahan tanah akan meningkatkan tekanan tanah pasif yang terjadi. (Gambar 2.4.)

Peningkatan kepadatan tanah menurut Broms adalah (gambar 2.5.):

$$\rho_{\text{eff}} = \rho + (\pi \times d \times c_a / s^2)$$

Sedangkan penurunan kepadatan tanahnya adalah:

$$\rho_{\text{eff}} = \rho - (\pi \times d \times c_a / s^2)$$

dimana,

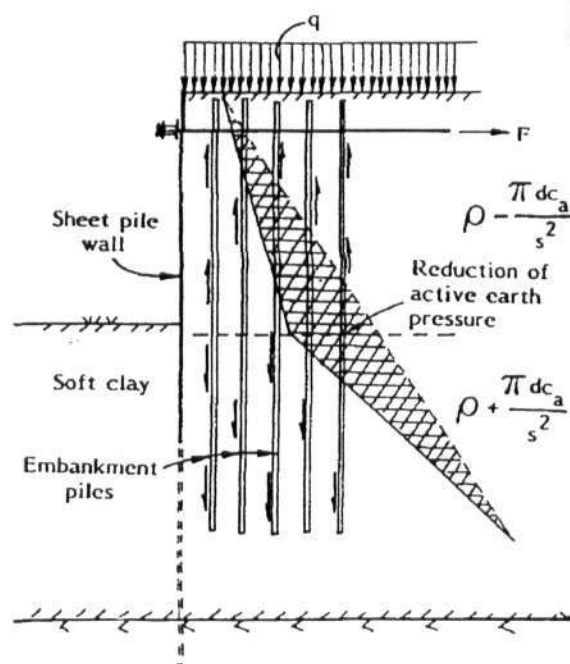
ρ = berat volume tanah asal

d = diameter tiang

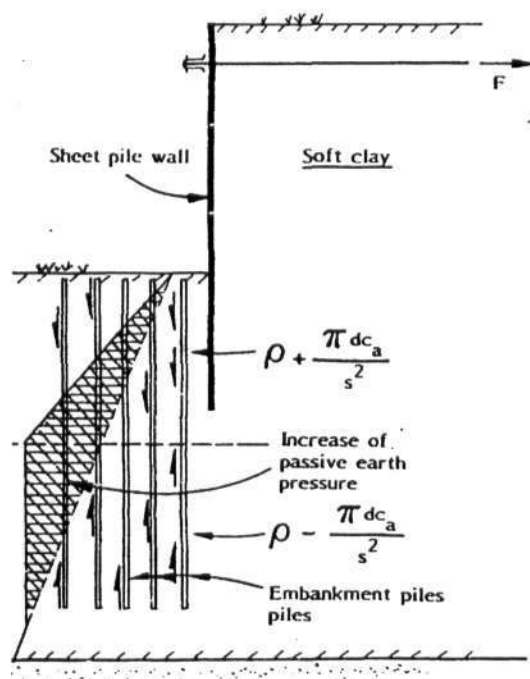
s = jarak antar tiang

c_a = gaya lekatan pada tiang, untuk tiang kayu $c_a = c_u$

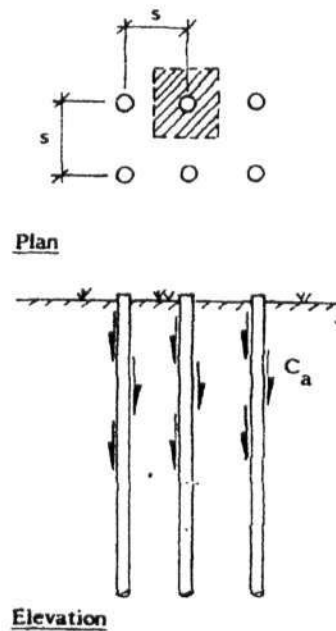
Peningkatan berat volume tersebut akan meningkatkan tekanan tanah pasif dan penurunan berat volumenya akan mereduksi tekanan tanah aktif yang tergantung pula dari jarak dan keliling tiang yang digunakan.



Gambar 2.3. Pengurangan tekanan tanah aktif akibat susunan cerucuk yang dipasang di belakang struktur penahan tanah



Gambar 2.4. Peningkatan tekanan tanah pasif akibat susunan cerucuk yang dipasang di depan struktur penahan tanah



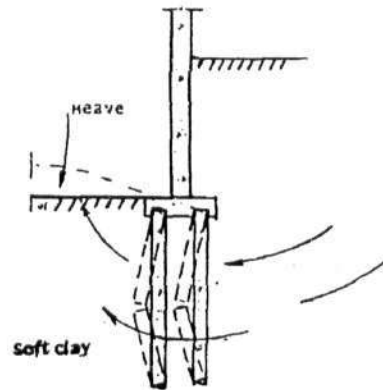
Gambar 2.5. Peningkatan kepadatan tanah dengan menggunakan *embankment piles*

2.1.3. Sebagai pendukung suatu pondasi dangkal

Susunan cerucuk dapat juga digunakan pada bagian bawah dari suatu pondasi dangkal sehingga dalam hal ini susunan cerucuk tersebut kemungkinan berfungsi sebagai suatu *pilegroup*. Bila cerucuk dianggap sebagai reinforcement yang berfungsi sebagai *dowel effect* maka daya dukung cerucuk terhadap suatu gaya lateral, harus pula diketahui.

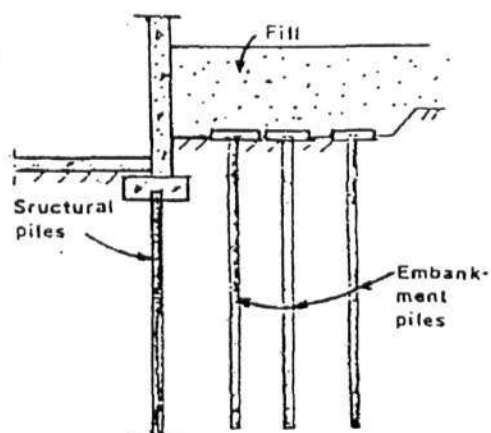
2.1.4. Contoh-contoh penggunaan cerucuk

Menurut Broms (1977), salah satu model keruntuhan karena *over loading* dapat dilihat pada gambar 2.6.



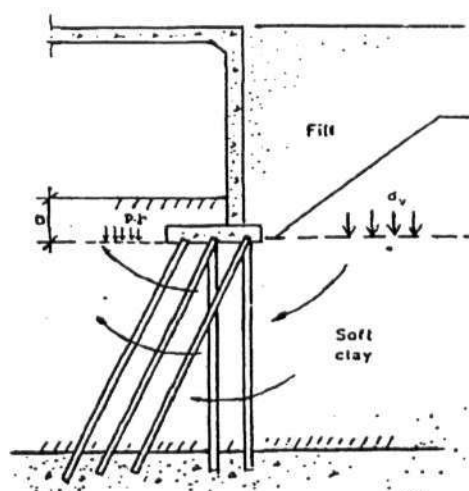
Gambar 2.6. Keruntuhan tiang karena perpindahan lateral dari tanah liat

Gambar 2.6. adalah suatu bangunan yang didirikan dengan *end bearing piles*. Disebabkan karena turunnya maka air tanah, urugan di sekitar struktur mulai turun. Untuk mengatasi hal ini diperlukan tambahan urugan yang diletakkan di sekitar struktur tersebut. Akhirnya total *overburden pressure* pada dasar pondasi sedemikian tinggi sehingga daya dukung dari soft clay di bawah *pile cap* telah dilewati dan tanah bergerak lateral. Daya tahan lateral dari tiang di bawah bangunan tidak cukup untuk menahan tekanan lateral ini dan tiang runtuh karena tekuk. Hal ini terjadi jika *overburden pressure* pada dasar pondasi mendekati $5.5 C_u$, dimana C_u adalah kekuatan geser rata-rata pada soft clay di bawah struktur yang diukur dengan vane test lapangan. Untuk mengatasi hal tersebut di atas, digunakan *embankment piles* seperti terlihat dalam gambar 2.7. *Embankment piles* ini berguna untuk mencegah perpindahan lateral dari urugan.



Gambar 2.7. Stabilisasi dengan *embankment piles*

Keruntuhan tiang lainnya yang juga disebabkan oleh perpindahan lateral dari soft clay dapat dilihat juga dalam gambar 2.8. Keruntuhan ini terjadi jika *net overburden pressure* pada dasar pondasi dari struktur ($\sigma_v - D \rho g$) mendekati $5,5 C_u$.

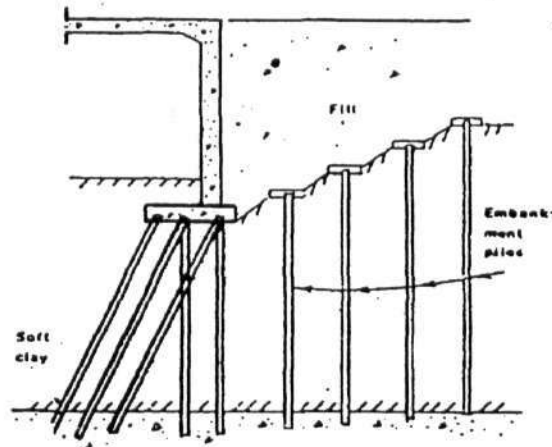


Gambar 2.8. Perpindahan lateral tanah pada *bridge abutment*

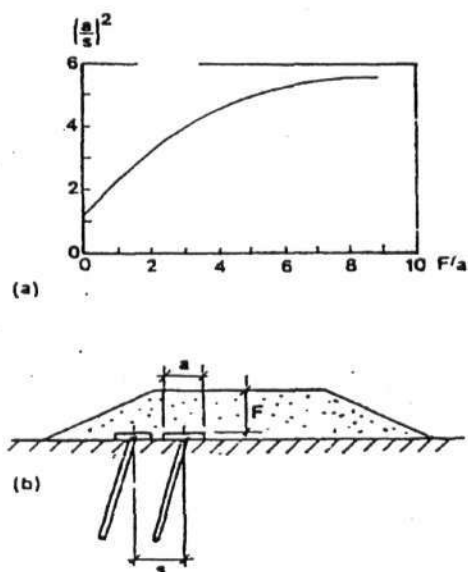
Embankment piles seperti pada gambar 2.9. biasa digunakan untuk menambah kestabilan. Pile cap dalam hal ini direncanakan untuk menerima

berat total dari urugan di samping *abutment*. Pile cap & pile spacing menurut Swedish Road Board (1974) direncanakan seperti pada gambar 2.10.

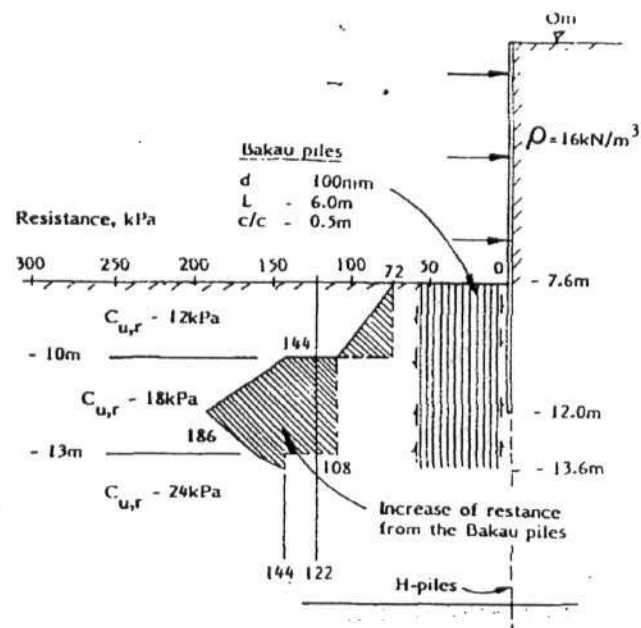
Penggunaan lain dari cerucuk (*bakau pile*) yang digunakan untuk meningkatkan stabilitas suatu galian dijelaskan pada gambar 2.11.



Gambar 2.9. Stabilisasi *bridge abutment* dengan *embankment piles*



Gambar 2.10. Perencanaan embankment piles



Gambar 2.11. Stabilisasi suatu galian dengan menggunakan *embankment piles*

2.2. TEKANAN TANAH LATERAL

2.2.1. Persoalan tekanan tanah lateral

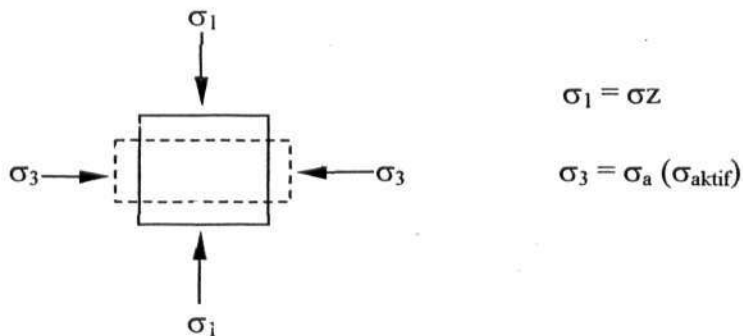
Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan (*design parameter*) yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi. Dinding penahan dan dinding papan turap (*sheet-pile wall*), galian yang diperkukuh dan yang tak diperkukuh (*braced and unbraced excavations*), tekanan serat (*grain pressure*) pada dinding silo dan tempat penyimpanan kayu, tekanan tanah atau batuan pada dinding terowongan dan konstruksi-konstruksi lain yang ada dibawah tanah memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada bagian konstruksi baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas.

2.2.2. Teori tekanan tanah Rankine

Teori ini membahas tegangan dalam massa tanah ketika mencapai keseimbangan plastis yaitu bila terjadi keruntuhan geser di setiap titik pada massa tanah. Untuk mencapai keadaan tersebut diperlukan deformasi yang cukup pada massa tanah.

- Tekanan tanah aktif

Tekanan tanah aktif (*active earth pressure*) terjadi bila suatu tanah dibatasi oleh suatu bidang, seperti dinding penahan tanah. Tanah ini akan melakukan reaksi dengan mendorong dinding penahan ke arah daerah galian.



$$\sigma_a = -2c \operatorname{tg}(45^\circ - \theta/2) + \gamma z \operatorname{tg}^2(45^\circ - \theta/2)$$

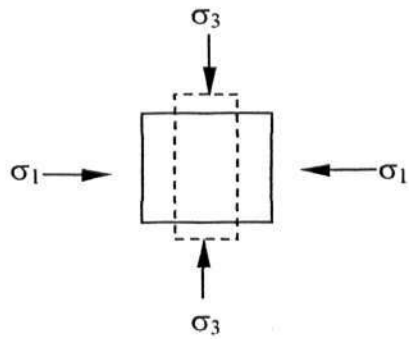
$$\operatorname{tg}^2(45^\circ - \theta/2) = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta} \quad \text{disebut koefisien tekanan tanah aktif (K}_a\text{)}.$$

Untuk tanah liat: $\theta = 0$

$$\text{Jadi } \sigma_a = -2c + \gamma z$$

- Tekanan tanah pasif

Tekanan tanah pasif (*passive earth pressure*) terjadi bila suatu tanah dibatasi oleh suatu bidang, seperti dinding penahan tanah. Tanah ini akan melakukan reaksi dengan mendorong dinding penahan ke arah lereng.



$$\sigma_3 = \sigma_z$$

$$\sigma_1 = \sigma_p (\sigma_{\text{pasif}})$$

$$\sigma_p = 2c \operatorname{tg}(45^\circ + \theta/2) + \gamma z \operatorname{tg}^2(45^\circ + \theta/2)$$

$$\operatorname{tg}^2(45^\circ + \theta/2) = \frac{1 + \sin\theta}{1 - \sin\theta} \text{ disebut koefisien tekanan tanah pasif } (K_p).$$

Untuk tanah liat: $\theta = 0$

$$\text{Jadi } \sigma_p = \gamma z K_p$$