

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah & Klasifikasinya

Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah juga berfungsi sebagai pendukung pondasi dari bangunan atau struktur di atasnya. Didalam ilmu geoteknik, tanah dikelompokkan menjadi beberapa bagian atau golongan tanah. Masing-masing dari golongan tanah tersebut memiliki karakteristik dan spesifikasi yang berbeda-beda. Berikut batasan-batasan golongan tanah.

Tabel 2. 1 Ukuran butiran tanah

Nama golongan	Kerikil	Ukuran butiran (mm)		
		Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 – 0,06	0,06 – 0,002	<0,002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 – 0,05	0,05 – 0,002	<0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 – 2	2 – 0,075	0,075 – 0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation)	76,2 – 4,75	4,75 – 0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung) < 0,0075.	

Sumber : Braja M.Das 1985

Tanah yang digunakan didalam penelitian adalah tanah pasir. Tanah pasir adalah tanah yang terbentuk dari batuan beku dan batuan sedimen yang memiliki butir kasar dan berkerikil. "Pasir dan kerikil merupakan agregat tak berkoheisi yang tersusun dari fragmen-fragmen sub-angular dan angular yang berasal dari batuan atau mineral yang belum mengalami perubahan" (Terzaghi&Peck, 1993:5).

Seperti yang diketahui tanah berpasir adalah termasuk tanah yang non-koheisi, sehingga apabila dalam kondisi kering, maka butiran-butiran akan terpisah satu sama lain, sedangkan bila dalam kondisi yang basah, maka butiran butiran tersebut akan melekat akibat adanya gaya tarik permukaan didalam air. Karena sifat nya yang non-

kohesif mengartikan bahwa tanah ini tidak memiliki garis batas antara batas plastis dan batas tidak plastis disebabkan tanah ini tidak plastis untuk semua jenis kadar air.

Dilapangan sendiri, tanah pasir terbagi atas tiga kategori, yaitu :

- Pasir Padat (*dense sand*) $D_r > 67\%$
- Pasir tidak padat sampai sedang (*medium dense sand*) $30\% < D_r < 67\%$
- Pasir lepas (*loose sand*) $D_r < 30\%$

(Sumber : Buku Ajar Teknik Pondasi)

2.1.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Unified (U.S.C.S)

Dalam jenis dan sifat tanah yang sangat bervariasi, hal ini ditentukan oleh perbandingan banyaknya fraksi-fraksi (kerikil, pasir, lanau dan lempung), sifat plastisitas butir halus. Klasifikasi bermaksud membagi tanah menjadi beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang mirip diberi simbol nama yang sama. Ada dua cara klasifikasi yang umum yang digunakan, salah satunya adalah dengan menggunakan cara Unified. Berikut pengklasifikasian tanah berdasarkan Unified :

Tabel 2. 2 Sistem klasifikasi *unified* untuk pasir

PROSEDUR KLASIFIKASI		SYMBOL	NAMA JENIS	IDENTIFIKASI LAB	
Tanah Berbutir Kasar (Lebih dari 50% tertahan pada ayakan no. 200 (ϕ 0,075 mm))	Kerikil (lebih dari 50% tertahan pada ayakan no. 4 (ϕ 4,75 mm))	Kerikil Murni	GW	Kerikil bergradasi baik, kerikil bercampur sedikit pasir tanpa ada butiran halus	$CU = D_{60}/D_{10} = 1-4$ $CC = D_{30}^2/D_{10} = 1-3$
			GP	Kerikil bergradasi buruk, kerikil bercampur pasir mengandung sedikit butiran halus	Tidak memenuhi syarat CU maupun CC untuk GW
	Kerikil Berbutir Halus	GM	Kerikil berlanau, kerikil mengandung pasir-lanau bergradasi buruk	$IP < 7$	
		GC	Kerikil berlempung, kerikil mengandung pasir dan lempung bergradasi buruk	$IP > 7$	
	Kerikil (lebih dari 50% lolos pada ayakan no. 4 (ϕ 4,75 mm))	Pasir bersih	SW	Pasir bergradasi baik, pasir dengan sedikit pasir tanpa butiran halus	$CU = D_{60}/D_{10} \geq 6$ $CC = D_{30}^2/D_{10} = 1-3$
			SP	Pasir bergradasi buruk, dengan sedikit butiran halus	Tidak memenuhi syarat CU maupun CC untuk SW
		Pasir berbutir halus	SM	Pasir berlanau, pasir bercampur lanau lanau bergradasi buruk	$IP > 7$ serta $PI, LL < 2,25$
			SC	Pasir berlempung, pasir bercampur lempung bergradasi buruk	$IP > 7$, $PI, LL > 2,25$

(Das, Braja M.,2009)

2.2 Lereng

2.2.1 Pengertian Lereng

Lereng merupakan permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang datar dan tidak dilindungi (*unrestrained slope*). Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak kearah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor.

Adapun jenis lereng yang sering dijumpai antara lain:

- Lereng alami, yaitu lereng yang terdapat pada bukit dan tebing sungai.
- Lereng buatan ada 2 tipe:
 - Lereng akibat penggalian, baik itu berupa saluran maupun pemotongan lahan biasa disebut *cut slopes*.
 - Lereng akibat timbunan, misalnya untuk urugan ataupun sebagai bendungan, biasa disebut *fill slopes*.

Sedangkan menurut metode analisis yang dipakai, maka macam lereng dapat dibedakan menjadi sebagai berikut:

- Lereng tak berhingga (*infinite slopes*), atau lereng yang dapat dianggap tidak terhingga ketinggiannya.
- Lereng berhingga (*finite slopes*) atau lereng dengan tinggi yang terbatas.

2.2.2 Pemodelan Fisik Lereng

Seperti kebanyakan tipe lereng yang biasa kita temui di perbukitan atau didaerah dengan ketinggian tertentu, lereng yang sebenarnya merupakan suatu model fisik yang sangat besar jika harus digunakan sebagai variabel utama dalam penelitian. Oleh sebab itu sangat perlu dibuat pendekatan pemodelan suatu lereng yaitu model fisik hidraulik.

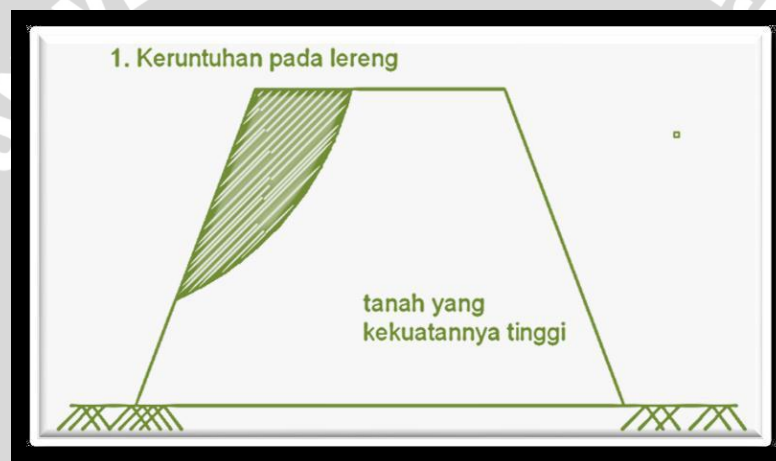
Model fisik hidraulik merupakan suatu bentuk miniatur/pengecilan dari suatu bentuk sebenarnya. Pengecilan ini bertujuan untuk memperkecil volume sampel penelitian, sehingga biaya akan lebih ekonomis dan pembatasan masalah juga tidak terlalu melebar.

2.2.3 Tipe Keruntuhan Lereng

Seperti yang kita ketahui, keruntuhan pada lereng dapat terjadi pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak kearah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor atau keruntuhan.

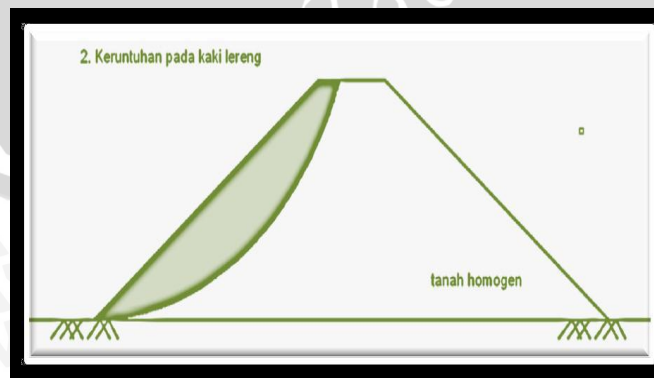
Pengamatan longsor atau keruntuhan pada lereng yang dilakukan oleh Collin (1846) menunjukkan bahwa kebanyakan peristiwa kelongsoran tanah terjadi dengan bentuk bidang longsor yang berupa lengkungan. Adapun tipe keruntuhan normal pada lereng adalah sebagai berikut :

1. Keruntuhan pada lereng (*slope failure*)



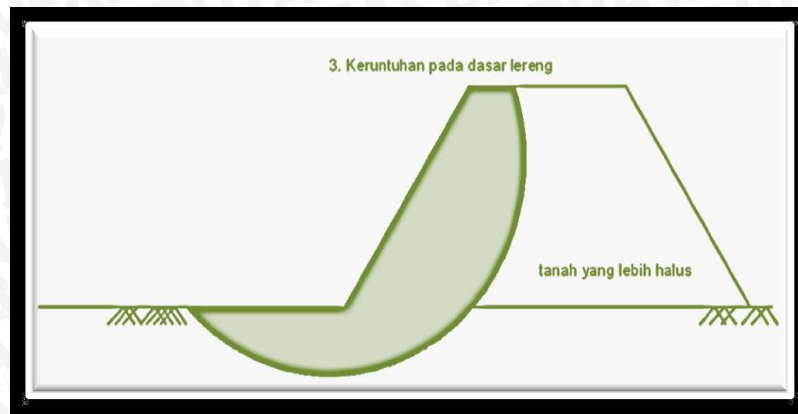
Gambar 2. 1 Keruntuhan pada lereng

2. Keruntuhan pada kaki lereng (*toe failure*)



Gambar 2. 2 Keruntuhan pada kaki lereng

3. Keruntuhan dibawah kaki lereng (*base failure*)



Gambar 2. 3 Keruntuhan dibawah kaki lereng

Keruntuhan pada lereng terjadi karena sudut lereng sangat besar dan tanah yang dekat dengan kaki lereng tersebut memiliki kekuatan yang tinggi. Keruntuhan pada kaki lereng terjadi ketika tanah yang berada di atas dan di bawah kaki lereng bersifat homogen. Sedangkan keruntuhan dasar lereng terutama diakibatkan sudut lereng yang kecil dan tanah yang berada di bawah kaki lereng lebih halus dan lebih plastis daripada tanah di atasnya. Secara umum, longsor pada lereng disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Bertambahnya tegangan yang bekerja
2. Berkurangnya kuat geser material

2.3 Pondasi (Foundation)

2.3.1 Pengertian dan Jenis Pondasi

Pondasi merupakan bagian paling bawah dari sebuah konstruksi. Hal ini disebabkan semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu diatas tanah harus didukung oleh suatu pondasi. Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan fungsi pondasi adalah sebagai bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban kosntruksi diatasnya dan beratnya sendiri kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya.

Bergantung pada jenis struktur dan tanah, beberapa jenis pondasi dapat digunakan untuk menopang stuktur bangunan tersebut. Jenis pondasi dapat dikelompokkan dalam dua kelompok besar sebagai berikut :

1. Pondasi dangkal (*Shallow Foundation*)

Fungsi dari pondasi dangkal adalah untuk meneruskan beban yang skalanya masih terbilang kecil dan beban diteruskan sebagian atau seluruhnya ke lapisan tanah dekat permukaan. Biasanya pondasi dangkal digunakan pada jenis tanah dimana tanah yang paling baik nya tidak terlalu jauh didalam. Pondasi dangkal dibagi 2 yaitu :

a. Pondasi telapak (*Spread footing*), dibedakan sebagai berikut :

- *Isolated footing* (bujur sangkar, lingkaran, empat persegi)
- *Combined footing*
- *Continous/Strip footing* (Pondasi menerus)

b. Pondasi rakit (*Raft/mat foundation*)

2. Pondasi Dalam (*Deep Foundation*)

Fungsinya dari pondasi dalam adalah untuk meneruskan beban yang skalanya lebih besar untuk diteruskan atau dilimpahkan ke lapisan tanah yang paling dalam. Biasanya pondasi dalam digunakan untuk bangunan jembatan, *offshore*, gedung pencakar langit. Jenis pondasi dalam adalah sebagai berikut :

a. Pondasi tiang (*pile foundation*)

b. Pondasi sumuran (*well foundation*)

c. Pondasi kaison (*caisson foundation*)

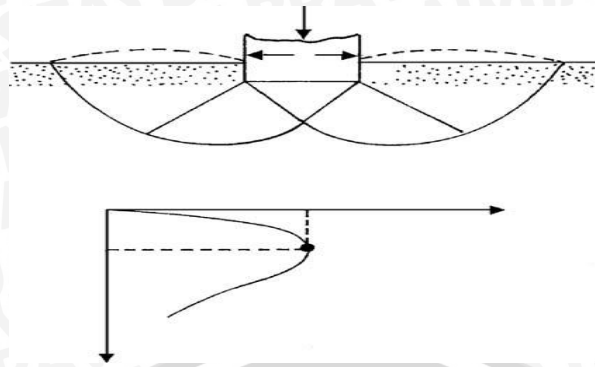
2.3.2 Pola Keruntuhan Pondasi

Berdasarkan dengan apa yang telah dibuktikan dilapangan, sebuah pondasi apabila dibebani maka pondasi tersebut akan meneruskan beban kelapisan tanah yang ada dibawahnya, sehingga menyebabkan tanah akan mengalami deformasi vertikal dan datar.

Apabila tanah mengalami pembebanan seperti beban pondasi, maka tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Jika beban ini bertambah terus maka penurunan juga akan bertambah dan akan menyebabkan deformasi plastis pada tanah. Berdasarkan hasil uji model, *Vesic (1963)* mengelompokkan mekanisme keruntuhan pondasi menjadi tiga, yaitu :

1) Keruntuhan Geser Umum (*General Shear Failure*)

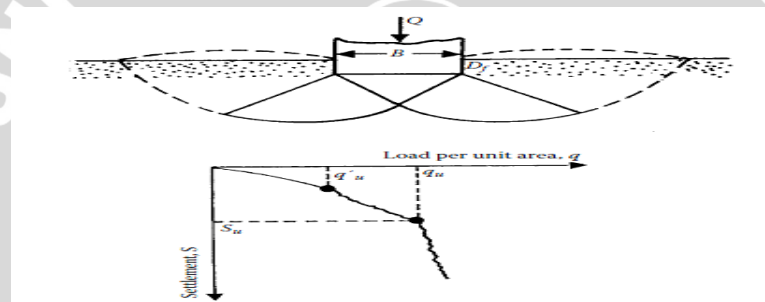
Tipe keruntuhan ini terjadi pada pasir padat (*dense sand*) yang memiliki $D_r > 67\%$



Gambar 2. 4 General shear failure

2) Keruntuhan Geser Lokal (*Local Shear Failure*)

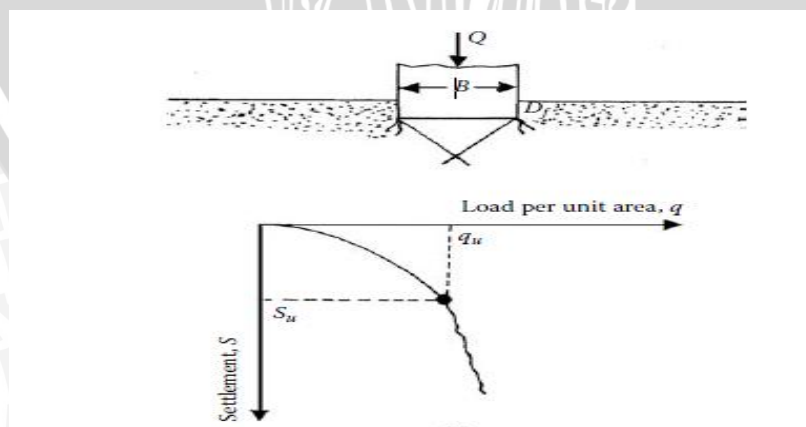
Tipe keruntuhan ini terjadi pada pasir *medium dense sand* yaitu pasir dengan D_r
 $30\% < D_r < 67\%$



Gambar 2. 5 Local shear failure

3) Keruntuhan Penetrasi (*Punching Shear Failure*)

Tipe keruntuhan ini terjadi pada pasir lepas dengan $D_r < 30\%$



Gambar 2. 6 Punching shear failure

Berdasarkan pada apa yang telah didapatkan dilapangan, keruntuhan sangat dipengaruhi oleh density dari tanah dan juga dipengaruhi oleh rasio kedalaman-lebar pondasi D/B seperti yang ditunjukkan oleh Vesic (1973).

2.4 Daya dukung pondasi (Bearing Capacity)

Analisis daya dukung mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Apabila tanah mengalami pembebanan seperti beban pondasi, tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Apabila beban ini berangsur-angsur ditambah, penurunan pun akan bertambah hingga terjadi kondisi dimana pada beban yang tetap pondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi inilah yang menunjukkan bahwa keruntuhan daya dukung telah terjadi.

Daya dukung pondasi menyatakan kuat geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu kuat geser yang dapat dibangkitkan oleh tanah sepanjang bidang gesernya. Sehingga dalam perencanaan pondasi harus memperhitungkan adanya keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan.

Dalam teori daya dukung (*Bearing Capacity*) dikenal istilah daya dukung ijin (q_{all}) yang merupakan tekanan maksimum yang dapat dibebankan pada tanah. Sedangkan daya dukung ultimit (*ultimit bearing capacity atau q_u*) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Dan bila dinyatakan dalam sebuah persamaan, maka dapat dinyatakan :

$$q_u = \frac{P_u}{A} \quad (2-1)$$

$$q_{all} = \frac{q_u}{FS} \quad (2-2)$$

dengan :

q_u = daya dukung ultimit (kN/m^2)

P_u = beban ultimit (kN)

A = luas beban (m^2)

q_{all} = daya dukung ijin (Kn/m^2)

FS = Faktor Keamanan

2.5 Analisa Daya Dukung pada Tanah Datar

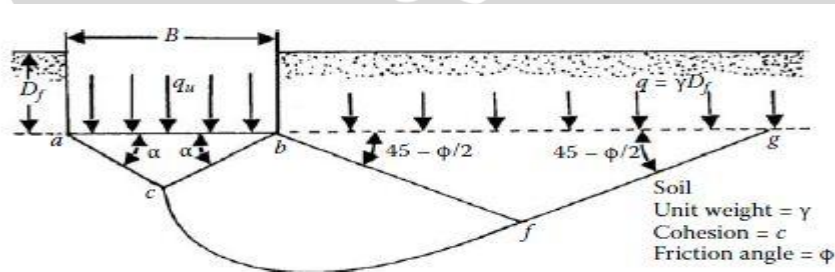
Diawali pada tahun 1921 seorang peneliti, Prandtl mempublikasikan hasil analisa nya mengenai penetrasi sebuah benda yang rigid yang diberikan beban/tekanan pada permukaan yang lunak yang akhirnya menghasilkan teori keruntuhan plastis. Kemudian teori ini dikembangkan oleh Terzaghi (1943) dengan menganalisa daya dukung pondasi pada sebuah pondasi menerus.

Sejak dikembangkannya persamaan daya dukung oleh Terzaghi, sejak saat itulah muncul para peneliti seperti Mayerhof 1951, Lundgrea dan Maartensen 1953, serta peneliti lainnya. Hasil temuan yang mereka dapatkan pun berbeda-beda berkaitan dengan faktor daya dukung yaitu N_c dan N_q , namun perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan, sementara nilai ϕ dan N_γ yang mereka dapatkan sangat mencolok, hal ini disebabkan oleh berbeda nya asumsi yang mereka gunakan. Berikut dijelaskan teori daya dukung dari peneliti sebelumnya mengenai daya dukung dengan asumsi mereka yang berbeda-beda.

2.5.1 Metode Terzaghi

Metode Terzaghi (1943) merupakan teori awal yang ditemukan untuk menentukan daya dukung pondasi. Persamaan –persamaan yang dibuat dalam metode ini dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhannya. Pondasi yang ditentukan oleh Terzaghi merupakan pondasi dangkal dengan kedalaman $D/B \leq 1$ dan berupa pondasi menerus dengan panjang tak hingga.

Persamaan – persamaan daya dukung Terzaghi dimaksudkan untuk pondasi-pondasi dangkal dimana $D/B \leq 1$ dan berupa pondasi menerus dengan panjang tak hingga. Menurut Terzaghi, ketika pondasi dibebani, pada tanah tepat di bawah dasar pondasi terbentuk tiga zona geser seperti yang terlihat pada **gambar 2.5** berikut :



Gambar 2. 7 Zona geser berdasarkan teori Terzaghi

Sumber : Das, Braja M., 2009

Dimana ketiga zona itu terdiri atas :

1. Zona *Triangular ACD* yang berada tepat dibawah pondasi
2. *Radial Shear Zone* ADF dan CDE
3. Dua triangular Rankine Passive Zone AFH dan CEG

Persamaan daya dukung ultimit Terzaghi sebagai berikut :

$$q_u = cN_c + D_f \gamma N_q + 0.5 \gamma BN_\gamma \quad (2-3)$$

Keterangan :

C = Kohesi (kN/m²)

D_f = Kedalam Pondasi (m)

γ = Berat Volume Tanah (kN/m³)

B = Lebar Pondasi (m)

N_γ = Faktor daya dukung yang disebabkan oleh berat tanah yang merupakan fungsi dari sudut geser dalam tanah (φ)

N_c, N_q = Faktor daya dukung akibat pengaruh kohesi dan beban terbagi rata yang keduanya merupakan fungsi dari sudut geser dalam (φ)

Persamaan daya dukung yang diperkenalkan oleh Terzaghi memang sangat tepat jika diaplikasikan pada pondasi dangkal $D < B$ dan teori ini banyak digunakan pada kondisi tanah yang memiliki kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ) karena persamaan daya dukung ini memberikan hasil yang hati-hati sebagai antisipasi resiko yang dapat muncul akibat sulitnya mengambil sampel tanah terganggu (*undisturbed sample*).

2.5.2 Metode Mayerhof

Analisis daya dukung berdasarkan teori mayerhof merupakan salah satu analisis tentang daya dukung yang sedikit berbeda dengan teori lainnya. Mayerhof (1963) memberikan persamaan untuk daya dukung pondasi dengan mempertimbangkan bentuk pondasi, eksentrisitas beban, kemiringan beban, dan kuat geser tanah diatas dasar pondasinya yang dijelaskan dalam rumus persamaan daya dukung ultimit Mayerhof sebagai berikut :

$$q_u = cN_c \cdot \lambda_{cs} \cdot \lambda_{cd} \cdot \lambda_{ci} + D_f \cdot \gamma \cdot N_q \cdot \lambda_{qs} \cdot \lambda_{qd} \cdot \lambda_{qi} + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot \lambda_{\gamma s} \cdot \lambda_{\gamma d} \cdot \lambda_{\gamma i} \quad (2-4)$$

dengan :

$\lambda_{cs}, \lambda_{qs}, \lambda_{\gamma s}$ = Faktor bentuk pondasi

$\lambda_{cd}, \lambda_{qd}, \lambda_{\gamma d}$ = Faktor kedalaman pondasi

$\lambda_{ci}, \lambda_{qi}, \lambda_{\gamma i}$ = Faktor kemiringan beban

Dari rumus yang dikembangkan oleh Mayerhof terlihat beberapa perbedaan nilai faktor daya dukung dengan rumus yang dikembangkan oleh Terzaghi. Hal ini terjadi diakibatkan masing-masing dari mereka memiliki asumsi yang berbeda, namun meski pun begitu nilai faktor daya dukung mereka tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Dari rumus yang dikembangkan oleh Mayerhof didapatkan faktor daya dukung sebagai berikut :

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \phi} \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi$$

$$N_c = 5,14 \text{ jika } : \phi = 0$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \cdot \text{tg}(1,4 \cdot \phi)$$

Perbedaan yang terlihat diantara kedua teori tersebut adalah terdapat pada asumsi yang mereka gunakan untuk masing-masing persamaan yang mereka dapatkan. Dalam kasus perhitungan daya dukung, Mayerhof mengasumsikan bahwa faktor bentuk pondasi, faktor kedalaman pondasi serta faktor inklinasi turut memberikan pengaruh dalam perhitungan daya dukung. Oleh sebab itu Mayerhof memasukkan faktor-faktor tersebut kedalam persamaan yang disusun nya. Adapun nilai dari faktor-faktor yang diasumsikan oleh Mayerhof terdapat dalam **tabel 2.3** berikut ini :

Tabel 2. 3 Faktor bentuk, kedalaman, dan inklinasi oleh Mayerhof

Shape Factors	For $\phi^{\circ}=0^{\circ}$ $\lambda_{cs} = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$ $\lambda_{qs} = \lambda_{rs} = 1$	For $\phi^{\circ}>10^{\circ}$ $\lambda_{cs} = 1 + 0.2 \frac{B}{L} \tan^2 \left(45^{\circ} + \frac{\phi}{2} \right)$ $\lambda_{qs} = \lambda_{rs} = 1 + 0.1 \frac{B}{L} \tan^2 \left(45^{\circ} + \frac{\phi}{2} \right)$
Depth Factors	For $\phi^{\circ}=0^{\circ}$ $\lambda_{cd} = 1 + 0.2 \frac{D_f}{B}$ $\lambda_{qd} = \lambda_{rd} = 1$	For $\phi^{\circ}>10^{\circ}$ $\lambda_{cd} = 1 + 0.2 \frac{D_f}{B} \tan^2 \left(45^{\circ} + \frac{\phi}{2} \right)$ $\lambda_{qd} = \lambda_{rd} = 1 + 0.1 \frac{D_f}{B} \tan^2 \left(45^{\circ} + \frac{\phi}{2} \right)$
Inclination Factors	$\lambda_{ci} = \lambda_{qi} = \left(1 - \frac{\psi^{\circ}}{90^{\circ}} \right)^2$ $\lambda_{ri} = \left(1 - \frac{\psi^{\circ}}{\phi^{\circ}} \right)^2$	

2.6 Analisis Daya Dukung Pondasi Pada Lereng (Slope)

Banyak penemuan yang dilakukan oleh para peneliti untuk menganalisis daya dukung dari sebuah lereng tanpa perkuatan dengan menggunakan metode analitik seperti yang digunakan oleh F.Castelli et al (2010), Zongyuan Ma, Kunitomo Narita et al (1990), Osamu Kusakabe et al (1981) dan Ching-Chuan Huang (2008). Metode analitik tersebut memasukkan faktor reduksi akibat adanya lereng pada rumus daya dukung dan menggambarkan bidang keruntuhan. Pada penelitian yang bertujuan untuk mengetahui daya dukung pondasi pada lereng atas pengaruh variasi sudut dan faktor bentuk dan jarak pondasi ini digunakan banyak metode untuk menganalisa daya dukung pada lereng seperti metode Terzaghi untuk Slope, Mayerhof (1957) dan metode lainnya sebagai pendukung dan referensi yaitu metode Hansen, Vesic, dan metode Shields (1990) yang lebih mudah untuk diterapkan. Namun di dalam kasus ini, dikarenakan lereng yang diteliti kali ini merupakan *unstable slope*, maka pendekatan analisi yang dilakukan tidak dapat menggunakan teori analitis yang telah ditemukan oleh peneliti di atas, namun untuk kasus unstable ini teori analitik yang lebih mendekati adalah metode Hansen.

2.6.1 Brinch Hansen (1970)

Persamaan yang dikembangkan oleh Hansen (1970) menunjukkan hasil temuan teoritis maupun eksperimental baik yang didapatkan maupun kontribusi dari penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan Terzaghi. Dalam persamaan yang dikembangkan oleh Hansen memperhatikan pengaruh-pengaruh bentuk pondasi, kedalaman, kemiringan beban, kemiringan dasar dan kemiringan permukaan tanah.

$$q_u = c N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

(2-8)

Keterangan :

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi$$

$$s_c, s_q, s_\gamma = \text{faktor bentuk pondasi}$$

$$d_c, d_q, d_\gamma = \text{faktor kedalaman}$$

$$i_c, i_q, i_\gamma = \text{faktor kemiringan beban}$$

$$g_c, g_q, g_\gamma = \text{faktor kemiringan permukaan tanah}$$

$$b_c, b_q, b_\gamma = \text{faktor kemiringan alas}$$

Teori Hansen menjelaskan bahwa untuk kasus pondasi yang terletak diatas lereng, maka faktor yang sangat berpengaruh adalah faktor kemiringan permukaan tanah. Penentuan nilai daya dukung pondasi yang terletak didekat puncak lereng dapat digunakan cara interpolasi linier.

Didalam kasus *unstable slope* ini metode yang dikembangkan oleh Brinch Hansen merupakan metode yang paling rasional dari pada metode yang dikembangkan oleh Mayerhof (1963) dan Shield (1990). Hal ini dikarenakan metode yang lainya tidak memiliki parameter untuk faktor daya dukung tanah pada kasus *unstable slope*. Untuk kasus lereng, Hansen menyatakan bahwa kemiringan lereng sangat berpengaruh terhadap nilai daya dukung, serta faktor kedalaman pondasi, faktor dasar pondasi juga berpengaruh dalam nilai daya dukung yang dihasilkan. Berikut disajikan tabel koreksi yang dikembangkan Hansen (1970).

Tabel 2. 4 Faktor bentuk dan kedalaman pondasi menurut Hansen (1970)

Shape factors	Depth factors
$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$ $s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$ $s_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$ $s_c = 1.0$ for strip	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$ $d_c = 1.0 + 0.4k$ $k = D/B$ for $D/B \leq 1$ $k = \tan^{-1}(D/B)$ for $D/B > 1$ k in radians
$s_{q(H)} = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi$ $s_{q(V)} = 1.0 + \frac{B}{L} \tan \phi$ for all ϕ	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$ k defined above
$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$ $s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$	$d_\gamma = 1.00$ for all ϕ

Tabel 2. 5 Faktor inklinasi , bentuk dan dasar pondasi menurut Hansen (1970)

Inclination factors	Ground factors (base on slope)
$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}}$ $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ $i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_1}$ $2 \leq \alpha_1 \leq 5$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\delta$
	Base factors (tilted base)
$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$ $i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$ $2 \leq \alpha_2 \leq 5$	$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0)$ $b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0)$ $b_q = \exp(-2\eta \tan \phi)$ $b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \phi)$ η in radians

2.7 Hubungan Jarak dan Kedalaman Pondasi dari Tepi Lereng Terhadap Daya Dukung

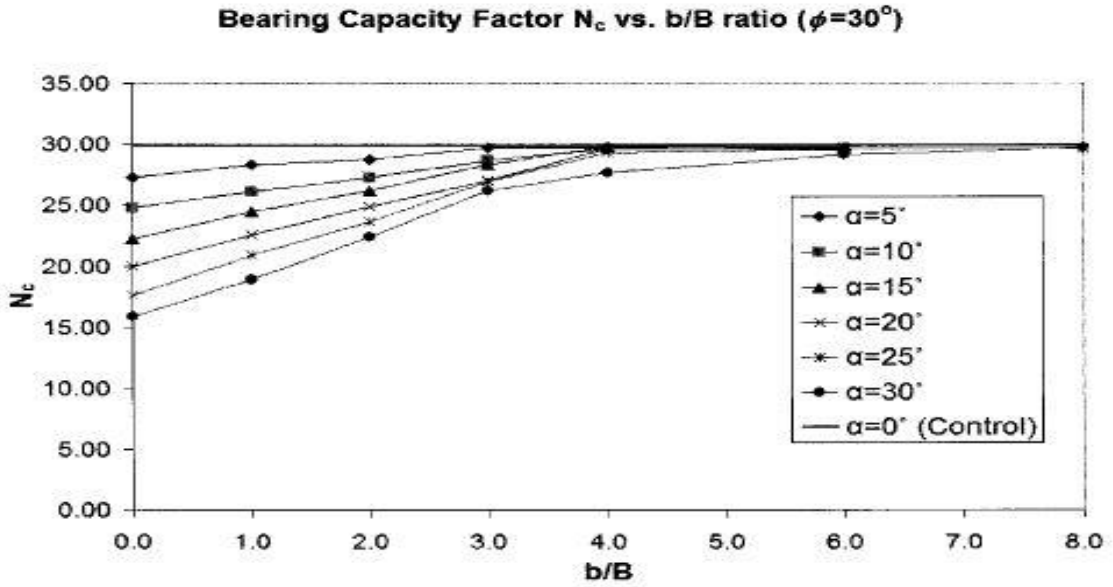
Pembangunan sebuah konstruksi di atas atau didekat lereng membutuhkan ketepatan penempatan pondasi sebagai elemen yang akan meneruskan beban di atasnya kedalam tanah pada lereng tersebut. Tegangan yang tinggi diakibatkan beban dan perbedaan elevasi permukaan tanah menjadi masalah utama untuk mengatasi faktor keamanan dan daya dukung dari lereng, sehingga penempatan pondasi harus diperhitungkan dengan cermat, disinilah letak pengaruh variasi Jarak dan kedalaman pondasi dari lereng untuk mendapatkan posisi yang tepat guna mendapatkan nilai daya dukung yang optimum dari variasi angka yang ada

Objek dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan parameter penempatan pondasi yang tepat untuk mendapatkan daya dukung yang paling optimum pada lereng dengan menggunakan pendekatan-pendekatan rumus yang ada. Telah banyak penelitian yang berkaitan dengan daya dukung lereng dilakukan, seperti yang dilakukan oleh **Shields, Bauer, Deschenes dan Barsvary (1977)**, mereka melakukan penelitian terhadap daya dukung lereng dengan perbandingan kemiringan 2 :1, dari data yang mereka dapatkan mereka menyimpulkan ada beberapa parameter yang sangat signifikan berpengaruh pada daya dukung, yaitu rasio D/B pondasi serta jarak pondasi dari puncak lereng.

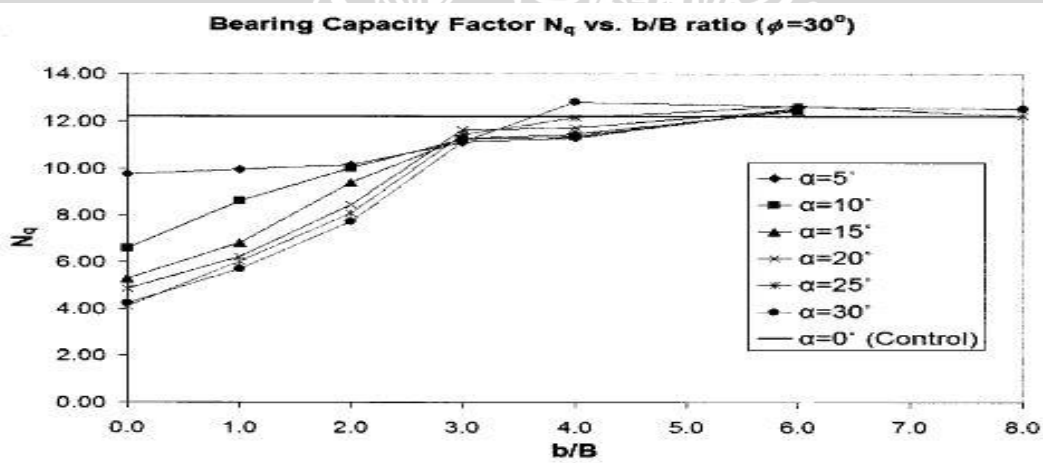
Dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, didapatkan 2 kesimpulan utama berkaitan dengan variasi jarak dan kedalam pondasi dari puncak lereng yaitu :

1. Variasi D/B dan kemiringan lereng tersebut memiliki karakteristik eksponensial
2. Variasi ini merupakan fungsi konvergen

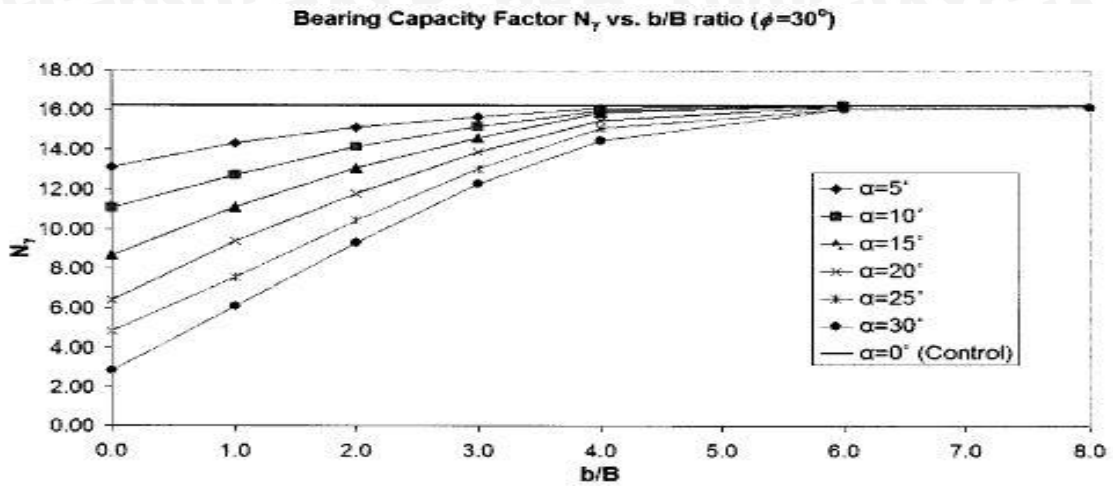
Kedua hal diatas disimpulkan berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, dimana didapatkan variasi tersebut berpengaruh terhadap faktor-faktor daya dukung N_c, N_q, N_γ .



Gambar 2. 8 Hubungan faktor daya dukung N_c terhadap rasio b/B menurut Kai Wing Ip (2005)

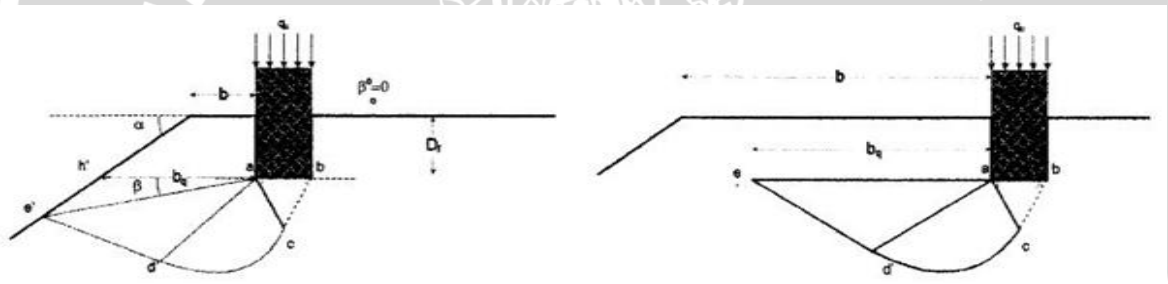


Gambar 2. 9 Hubungan faktor N_q terhadap rasio b/B menurut Kai Wing Ip (2005)



Gambar 2.10 Hubungan faktor N_γ terhadap rasio b/B menurut Kai Wing Ip (2005)

Dilihat dari hasil analisa yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dapat digambarkan *planning* dari keruntuhan lereng yang erat kaitannya dengan daya dukung. Berikut beberapa rencana keruntuhan lereng akibat variasi rasio D/B :



Gambar 2.11 Mekanisme rencana keruntuhan lereng akibat pengaruh variasi rasio D/B

Sumber : Kai Wing ip, 2005