

KAPASITAS DUKUNG TANAH (SOIL BEARING CAPACITY)

Konsep Dasar

PENDAHULUAN

Kapasitas Dukung Tanah :

Kemampuan tanah dalam menahan beban yang bekerja padanya

Sumber beban :

- ▣ Pondasi → transfer beban dari struktur di atasnya
- ▣ Beban langsung (beban bergerak) → pergerakan kendaraan pada perkerasan jalan

Konsep Dasar

Pentingnya kita mempelajari kapasitas dukung tanah

Keruntuhan kapasitas dukung tanah →
penurunan tanah → ketidakstabilan
konstruksi

Konsep Dasar

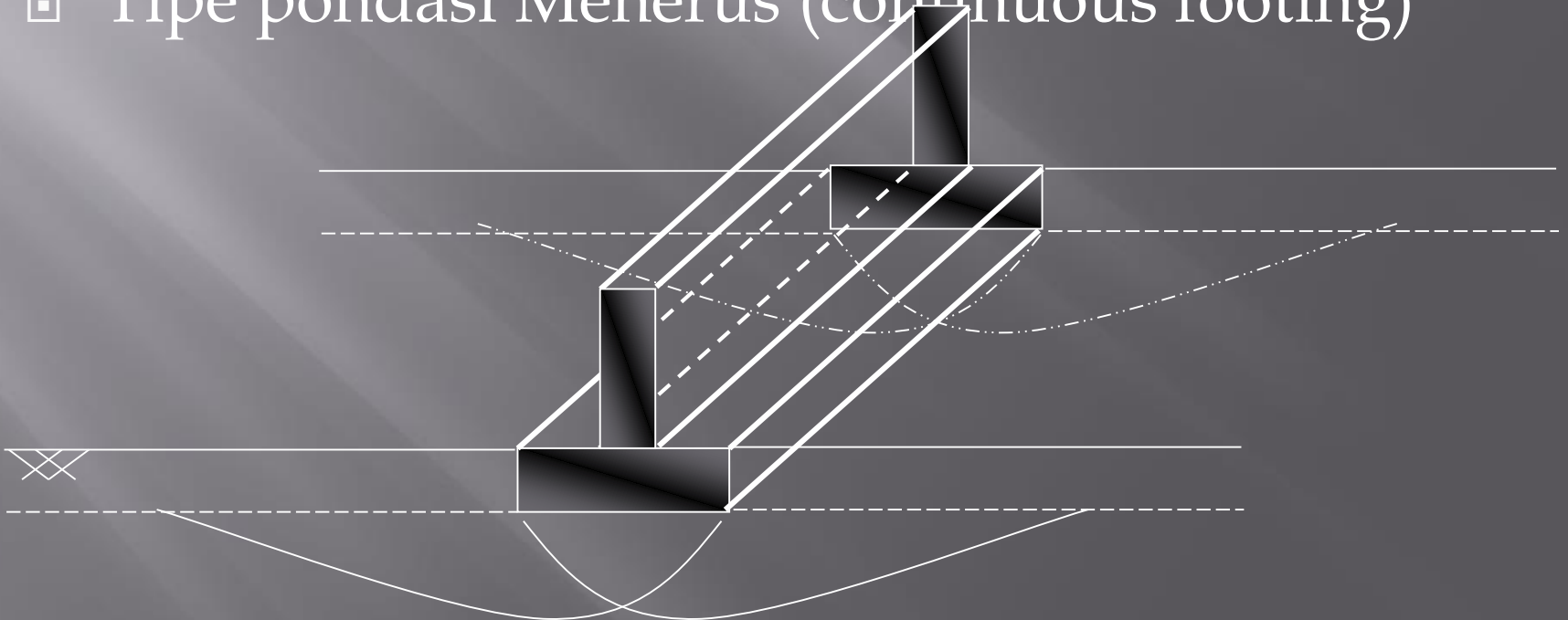
Tinjauan Analisis Kapasitas Dukung Tanah :

- ▣ Pondasi Dangkal (Shallow Foundation)
- ▣ Pondasi Telapak (Foot Plate)
- ▣ Pondasi Menerus (Continuous Footing)
- ▣ Strap Footing
- ▣ Mat Footing
- ▣ Pondasi Kaison/Sumuran (Caisson Foundation)
- ▣ Pondasi Dalam (Deep Foundation)
- ▣ Pondasi Tiang Pancang (Driven Pile Foundation)
- ▣ Pondasi Tiang Bore (Bored Pile Foundation)

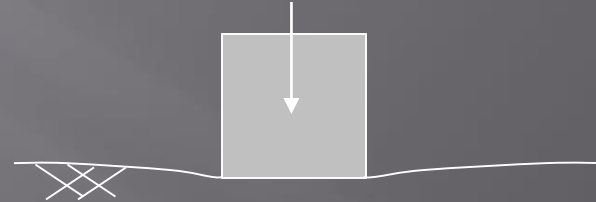
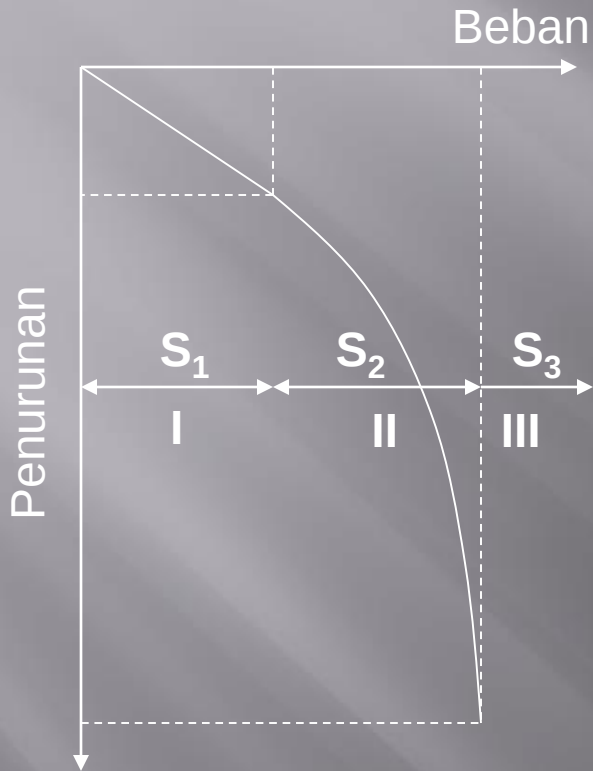
Konsep Dasar

Keruntuhan kapasitas dukung tanah yang ditinjau pada materi ini :

- ▣ Pada pondasi dangkal (shallow foundation)
- ▣ Tipe pondasi Menerus (continuous footing)



Proses Keruntuhan Tanah Dasar



Fase 1 :

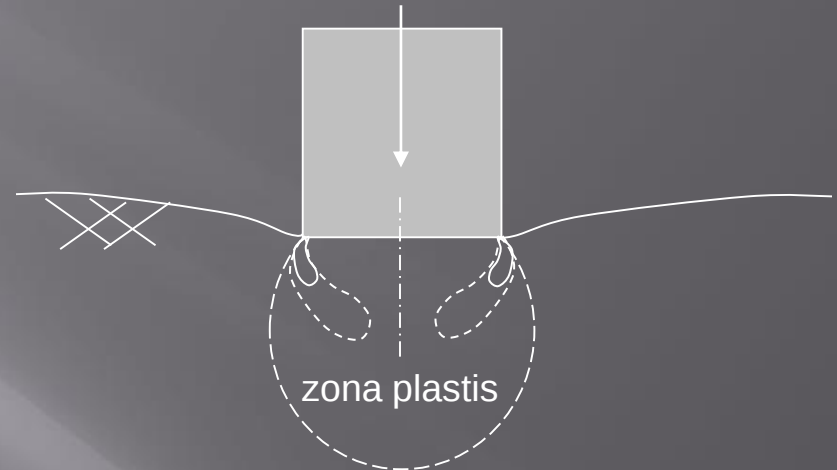
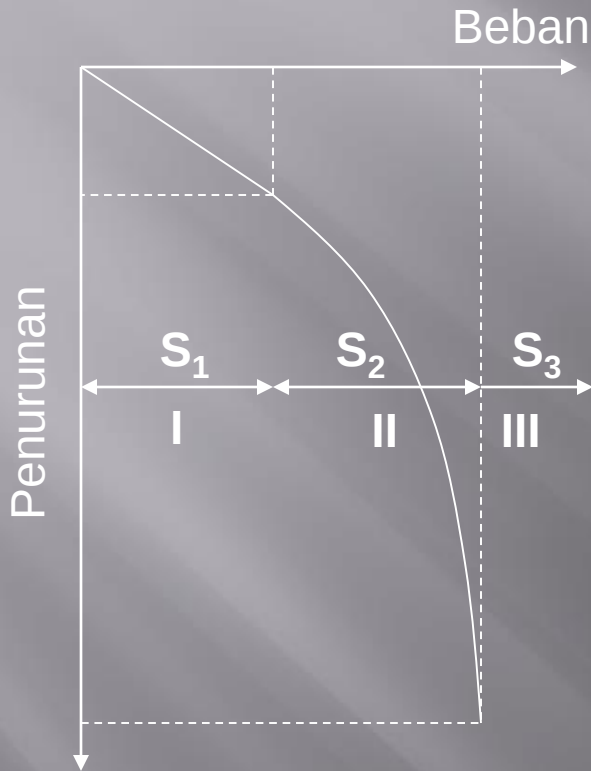
Tanah di bawah pondasi turun → terjadi deformasi tanah pada arah vertikal dan horizontal ke bawah

Penurunan yang terjadi sebanding dengan besar beban (selama beban yang bekerja cukup kecil)

→→ **Tanah dalam kondisi keseimbangan elastis**

Massa tanah di bawah pondasi mengalami kompresi
→ kenaikan kuat geser tanah → kapasitas dukung bertambah

Proses Keruntuhan Tanah Dasar



Fase 2 :

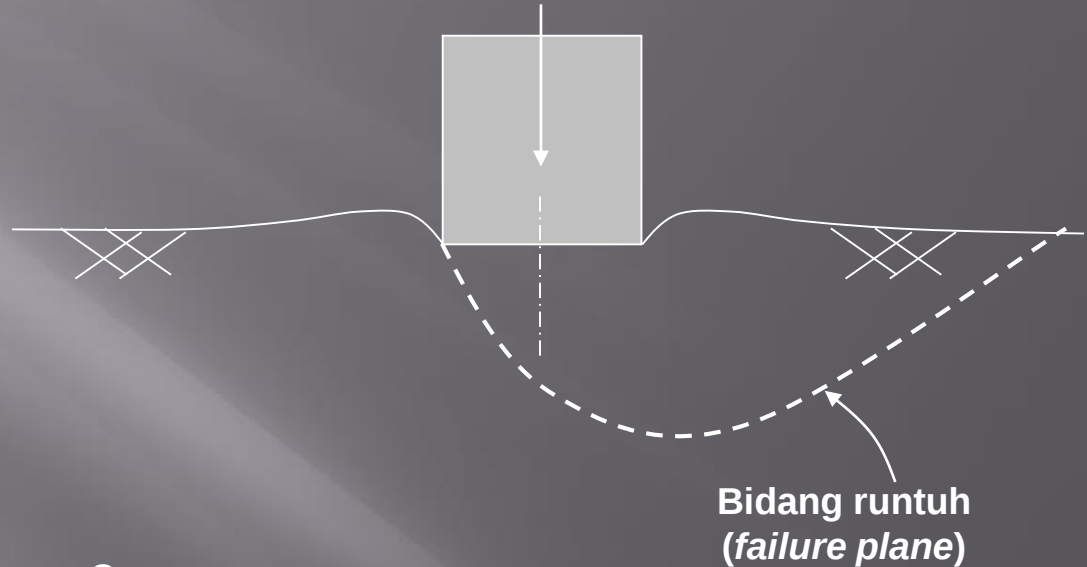
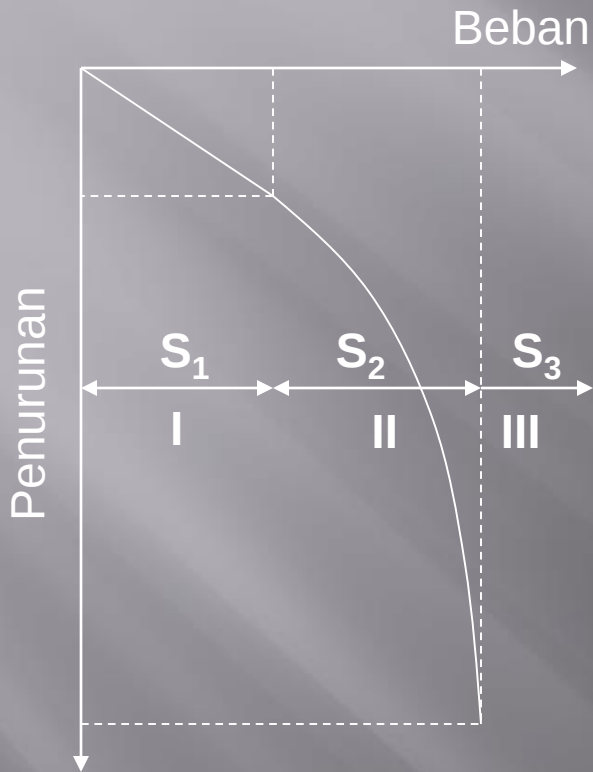
Terbentuk baji tanah pada dasar pondasi

Deformasi plastis tanah dimulai dari ujung tepi Pondasi → zona plastis semakin berkembang seiring dengan pertambahan beban

Gerakan tanah arah lateral makin tampak → tampak retakan lokal dan geseran tanah di sekeliling tepi pondasi

Kuat geser tanah sepenuhnya berkembang untuk menahan beban pada zona plastis

Proses Keruntuhan Tanah Dasar



Fase 3 :

Deformasi tanah semakin bertambah → diikuti dengan menggelembungnya tanah permukaan → tanah mengalami keruntuhan.

Bidang runtuh berbentuk lengkungan dan garis yang disebut bidang geser radial dan bidang geser linier

Tipe Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

General Shear Failure

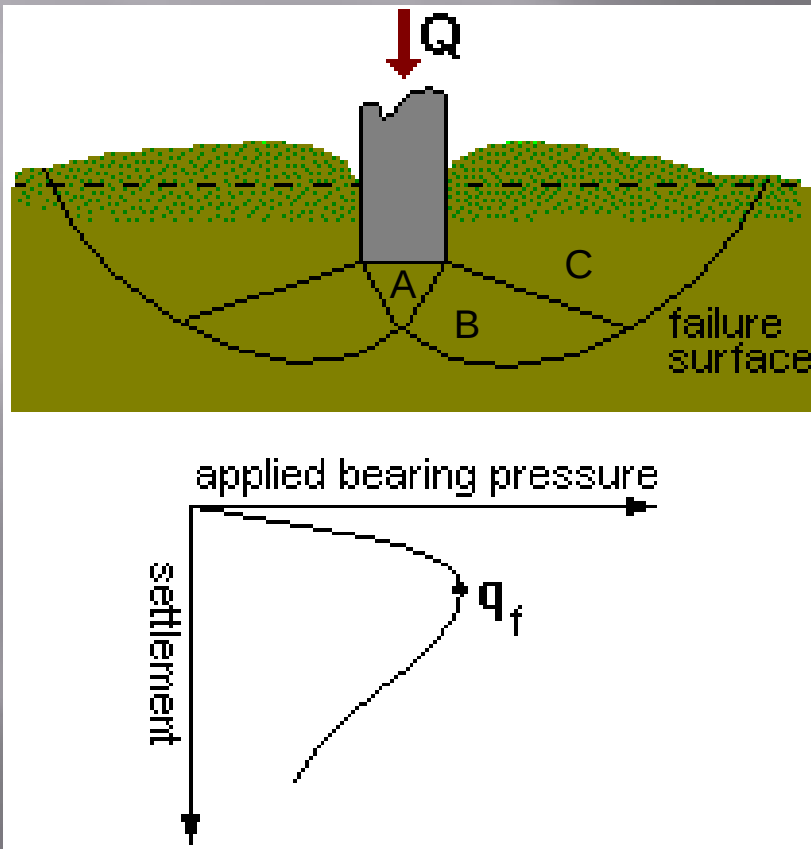
PROSES KERUNTUHAN

Baji tanah di bawah di dasar pondasi terbentuk (zona A)

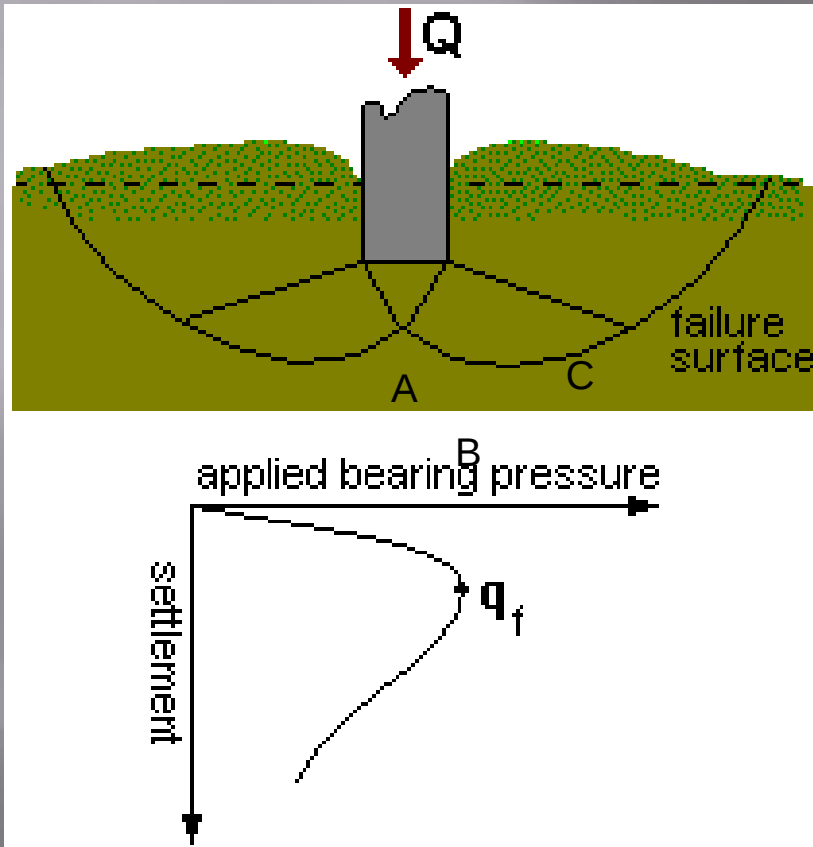
→ baji kemudian menekan tanah di bawahnya sehingga terbentuk zona plastis yang semakin lama semakin berkembang (zona B)

→ 2 zona ini bergerak ke arah luar dan ditahan oleh tanah di zona C

→ Saat tahanan tanah di zona C terlampaui → terjadi gerkan tanah yang mengakibatkan penggembungan tanah di sisi pondasi.



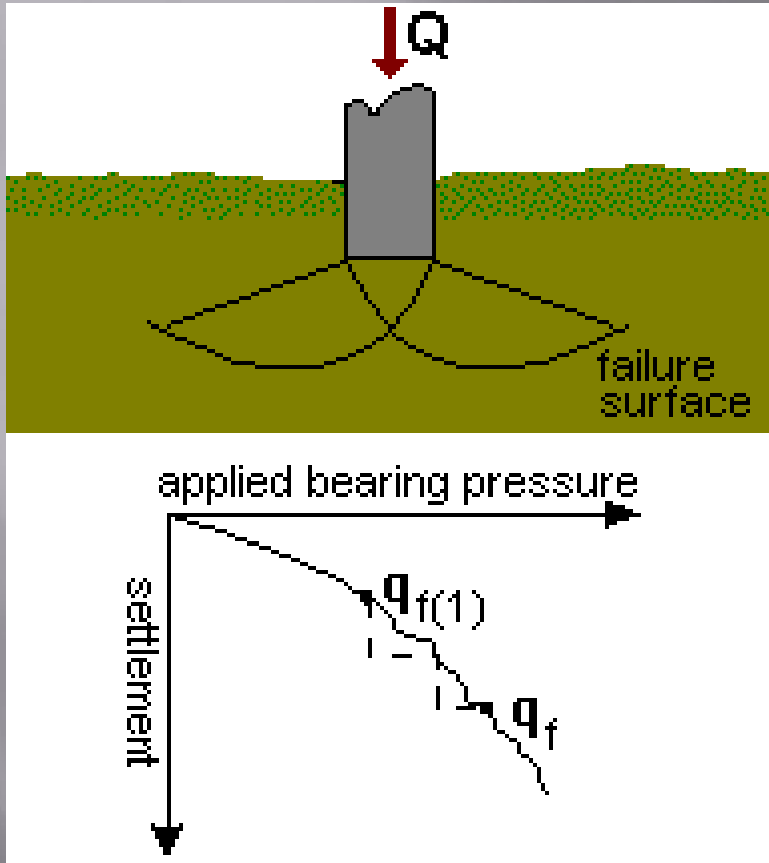
General Shear Failure



KARAKTER KERUNTUHAN

1. Kondisi keseimbangan plastis terjadi penuh di atas failure plane
2. Muka tanah di sekitarnya mengembang naik
3. Keruntuhan (slip) terjadi pada salah satu sisi sehingga pondasi miring
4. Terjadi pada tanah dengan kompresibilitas rendah atau kaku
5. Kapasitas dukung tanah ultimit (q_{ult}) dapat teramati dengan baik
6. Keruntuhan terjadi relatif mendadak dan diikuti penggulingan pondasi

Local Shear Failure



KARAKTER KERUNTUHAN

Bidang runtuh yang terbentuk tidak sampai ke permukaan tanah

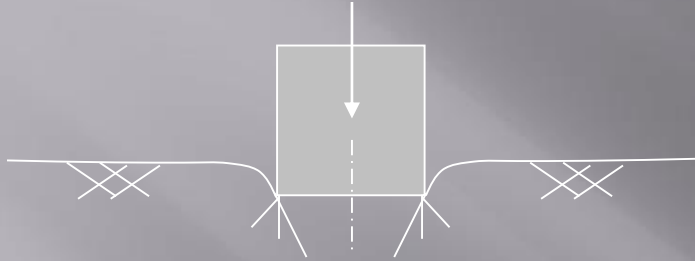
Pergerakan pondasi bersifat tenggelam
→ terjadi pada tanah dengan kompresibilitas tinggi

Mampatnya tanah tidak sampai mengakibatkan tercapainya kedudukan kritis tanah keruntuhan tanah

Zona plastis tidak berkembang

Kuat dukung ultimit tanah (q_{ult}) susah diamati

Punch / Penetration Shear Failure



PROSES KERUNTUHAN

Menyerupai GSF

KARAKTER KERUNTUHAN

Tidak terjadi keruntuhan geser tanah

Penurunan pondasi bertambah secara linier seiring dengan penambahan beban

Pemampatan tanah terjadi terbatas pada area di sekitar dasar pondasi

Penurunan yang terjadi tidak cukup memberikan gerakan ke arah lateral yang menuju kedudukan kritis tanah → kuat geser ultimit tanah tidak tercapai

→ $q_{ultimit}$ tanah tidak tercapai.

Bidang runtuh tidak nampak sama sekali

Distinction between General Shear & Local Shear Failures 32

<u>General Shear Failure</u>	<u>Local/Punching Shear Failure</u>
Occurs in dense/stiff soil $\Phi > 36^\circ$, $N > 30$, $I_D > 70\%$, $C_u > 100$ kPa	Occurs in loose/soft soil $\Phi < 28^\circ$, $N < 5$, $I_D < 20\%$, $C_u < 50$ kPa
Results in small strain ($< 5\%$)	Results in large strain ($> 20\%$)
Failure pattern well defined & clear	Failure pattern not well defined
Well defined peak in P- Δ curve	No peak in P- Δ curve
Bulging formed in the neighbourhood of footing at the surface	No Bulging observed in the neighbourhood of footing
Extent of horizontal spread of disturbance at the surface large	Extent of horizontal spread of disturbance at the surface very small
Observed in shallow foundations	Observed in deep foundations
Failure is sudden & catastrophic	Failure is gradual
Less settlement, but tilting failure observed	Considerable settlement of footing observed

TEORI KAPASITAS DUKUNG TANAH

- ▣ Beberapa teori kapasitas dukung tanah :
- ▣ Terzaghi (dan contoh soal)
- ▣ Skempton(dan contoh soal)
- ▣ Meyerhoff (dan contoh soal)
- ▣ Brinch Hansen (dan contoh soal)
- ▣ Vesic (dan contoh soal)

Rumus Umum Daya Dukung

Secara umum daya dukung dapat ditulis sbb:

$$q_u = \zeta_c \cdot c N_c + \zeta_q \cdot \gamma D \cdot N_q + \zeta_\gamma 0,5 \gamma B \cdot N_\gamma$$

dimana:

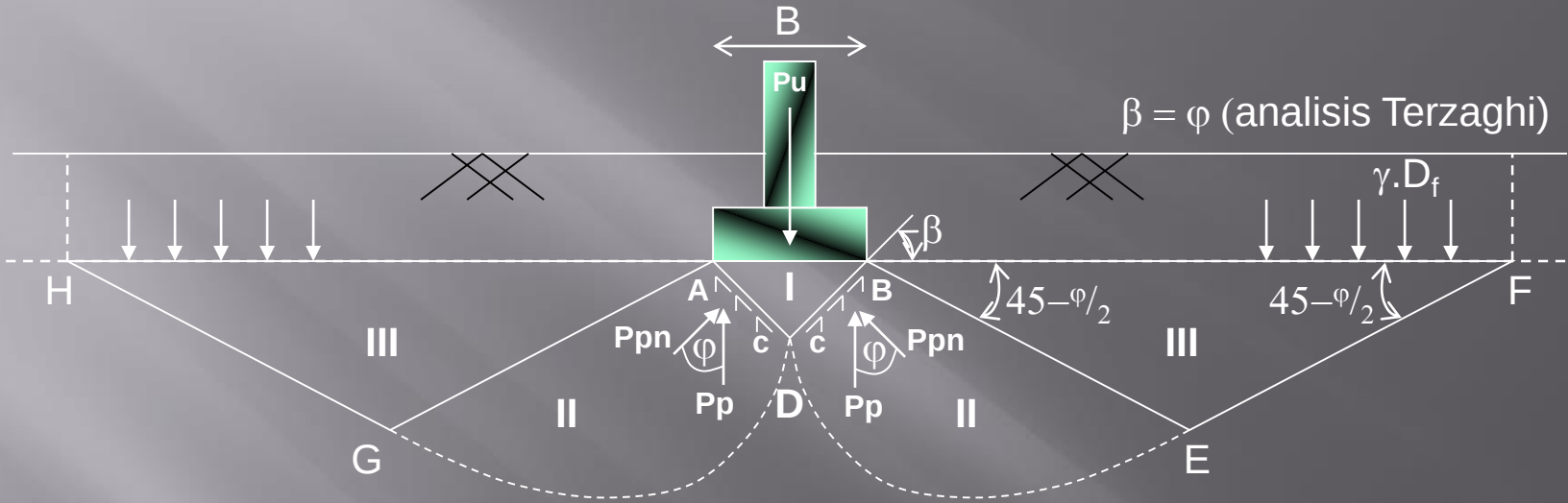
$\zeta_c, \zeta_q, \zeta_\gamma$ = faktor koreksi yang tergantung pada bentuk, kedalaman, kemiringan: beban, muka tanah, dasar pondasi

Teori Terzaghi (1943)

Asumsi yang digunakan :

- ▣ Pondasi berbentuk memanjang tak berhingga (continuous footing)
- ▣ Tanah dasar homogen
- ▣ Berat tanah di atas dasar pondasi diganti dengan beban terbagi rata $P_o = D_f \cdot g$
- ▣ Tahanan geser di atas dasar pondasi diabaikan
- ▣ Dasar pondasi kasar
- ▣ Bidang keruntuhan berupa lengkung spiral logaritmis dan linier
- ▣ Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam kedudukan elastis dan bergerak bersama – sama dengan dasar pondasi
- ▣ Pertemuan antara sisi baji dan dasar pondasi membentuk sudut (β) sebesar sudut gesek dalam tanah (ϕ)
- ▣ Berlaku prinsip superposisi

Terzaghi (1943)



Persamaan Umum : $q_u = c.N_c + p_o.N_q + 0,5.B.\gamma.N_\gamma$

dengan $p_o = D_f \cdot \gamma$

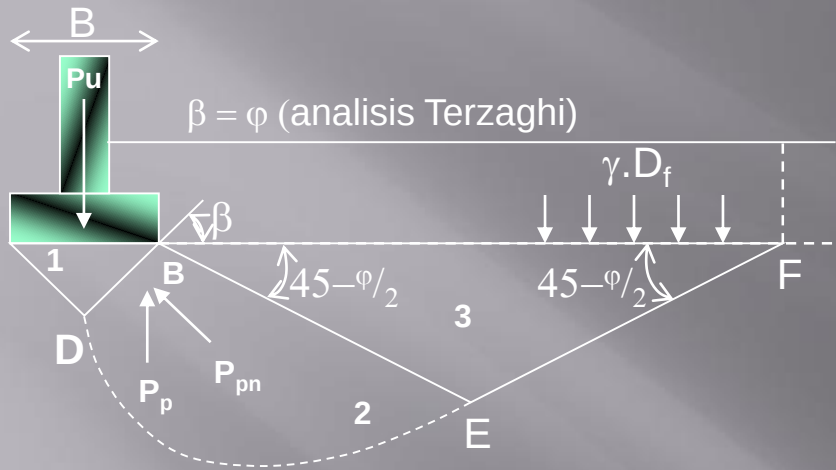
Dari mana asal persamaan ini ????

$$P_u = B.q_u \qquad BD = \frac{B}{2.\cos\beta}$$



B : sudut antara bidang BD dan BA

$$B.q_u + \frac{1}{4}.B^2.\gamma.tg\varphi = 2.P_p + B.c.tg\varphi$$



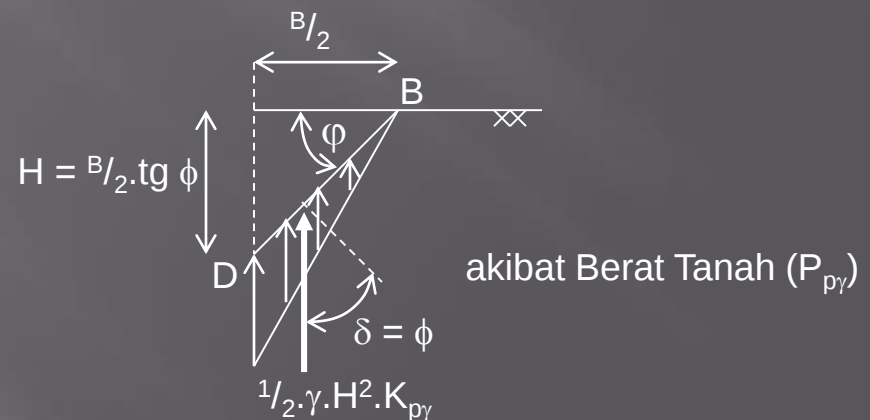
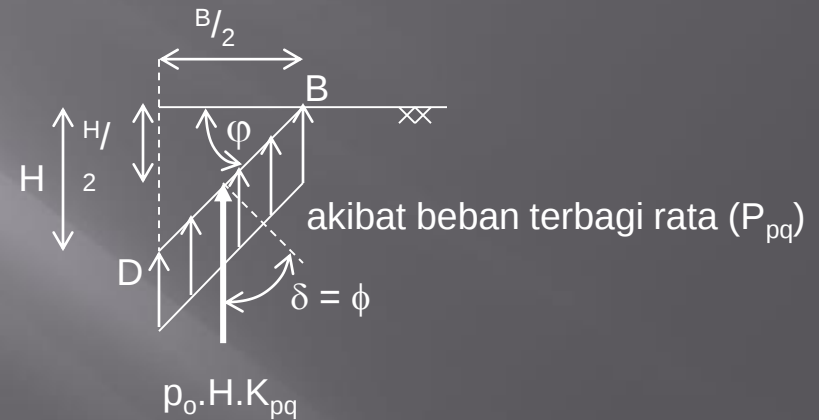
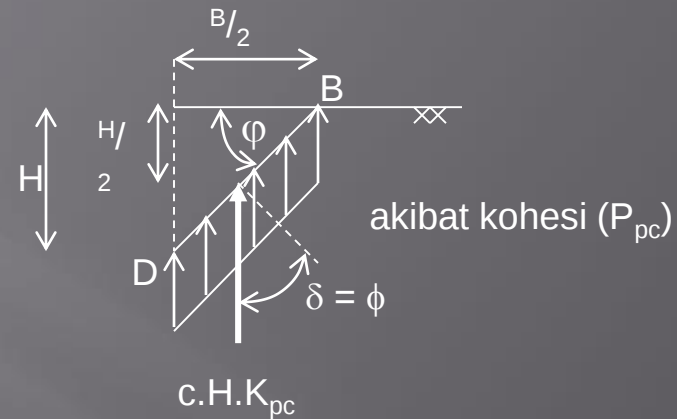
$P_p \rightarrow$ Tekanan Tanah Pasif Total

$$P_p = P_{pc} + P_{pq} + P_{p\gamma}$$

P_{pc} : tahanan tanah pasif dari komponen kohesi tanah (BDEF)

P_{pq} : tahanan tanah pasif akibat beban terbagi rata di atas dasar Pondasi (di atas BF)

$P_{p\gamma}$: tahanan tanah pasif akibat berat tanah (BDEF)



Terzaghi (1943)

Tekanan tanah pasif yang bekerja tegak lurus (arah normal) sisi baji tanah (BD) adalah **P_{pn}**

$$P_{pn} = \frac{H}{\sin \alpha} [c.K_{pc} + p_o.K_{pq}] + \frac{1}{2} \gamma.H^2 \left[\frac{K_{p\gamma}}{\sin \alpha} \right]$$

dengan $H = \frac{1}{2}.B.tg \varphi$ dan $\alpha = 180 - \varphi$ (sudut antara bidang DB dan BF)

K_{pc} : koefisien tekanan tanah pasif akibat kohesi

K_{pq} : koefisien tekanan tanah pasif akibat beban terbagi rata

K_{pγ} : koefisien tekanan tanah pasif akibat berat tanah di atas dasar Pondasi

Gesekan antara tanah dan bidang BD menyebabkan arah P_p miring sebesar δ

Nilai δ = φ karena gesekan terjadi antara tanah dan tanah

$$P_p = \frac{P_{pn}}{\cos \delta} = \frac{P_{pn}}{\cos \varphi} \rightarrow P_{pn} = P_p \cdot \cos \delta = P_p \cdot \cos \varphi$$

Terzaghi (1943)

Persamaan umum P_p menjadi :

$$P_p = \frac{B}{2 \cos^2 \varphi} [c.K_{pc} + p_o.K_{pq}] + \frac{1}{8} \gamma.B^2 \left[\frac{\tan \varphi}{\cos^2 \varphi} \right] K_{p\gamma}$$

Substitusi P_p ke Persamaan di bawah ini

$$B.q_u + \frac{1}{4}.B^2.\gamma.\tan \varphi = 2.P_p + B.c.\tan \varphi$$

Akan menghasilkan

$$P_u = B.c \left[\frac{K_{pc}}{\cos^2 \varphi} + \tan \varphi \right] + B.p_o \left[\frac{K_{pq}}{\cos^2 \varphi} \right] + \frac{1}{4}.B^2.\gamma.\tan \varphi \left[\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \varphi} - 1 \right]$$

Terzaghi (1943)

Secara singkat : $q_u = q_c + q_q + q_\gamma$

Persamaan Umum Kapasitas Dukung Tanah untuk **Pondasi Memanjang** menurut Teori Terzaghi (1943) :

$$q_u = c.N_c + p_o.N_q + 0,5.B.\gamma.N_\gamma$$

 $D_f.\gamma$

dengan :

q_u : kapasitas dukung ultimit tanah untuk Pondasi memanjang (kPa)

c : kohesi (kPa)

D_f : kedalaman Pondasi (m)

γ : berat volume tanah (kN/m³)

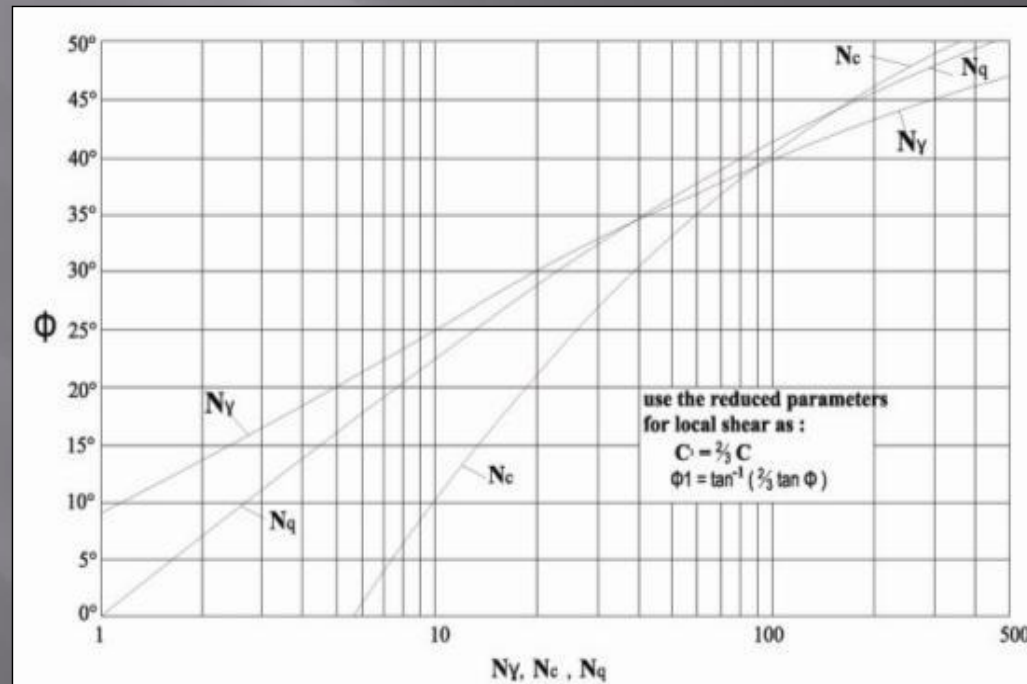
P_o : tekanan over burden pada dasar Pondasi (kPa)

N_c, N_q, N_γ : faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi

Terzaghi (1943)

Nilai N_c , N_q dan N_γ dapat dicari dari:

1. Grafik Hubungan ϕ dan N_c , N_q dan N_γ (Terzaghi, 1943)
2. Secara analitis



Grafik Hubungan ϕ dan N_c , N_q dan N_γ untuk sembarang ϕ (Terzaghi, 1943)

Terzaghi (1943)

Tabel nilai-nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi

ϕ (°)	General Shear Failure			Local Shear Failure		
	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Terzaghi (1943)

Korelasi parameter kapasitas dukung tanah antara keruntuhan geser umum dan keruntuhan geser lokal

$$\operatorname{tg} \varphi' = (2/3) \operatorname{tg} \varphi \quad c' = (2/3) c$$

dengan

φ' : sudut gesek internal tanah pada *local shear failure*

c' : kohesivitas tanah pada *local shear failure*

Persamaan kapasitas dukung tanah untuk *Local Shear Failure*

$$q_u = c'.N'_c + p_o.N'_q + 0,5.B.\gamma.N'_\gamma$$

dengan N'_c , N'_q dan N'_γ adalah parameter kapasitas dukung tanah Terzaghi untuk *local shear failure*

Terzaghi (1943)

Beberapa istilah dalam kapasitas dukung tanah menurut Terzaghi:

- ▣ Tekanan pondasi total
- ▣ Tekanan pondasi netto
- ▣ Kapasitas dukung tanah ultimit
- ▣ Kapasitas dukung tanah ultimit netto
- ▣ Kapasitas dukung tanah perkiraan
- ▣ Kapasitas dukung tanah izin
- ▣ Faktor aman

Terzaghi (1943)

Pengaruh Bentuk Pondasi pada Persamaan Kapasitas Dukung Tanah

1. Pondasi Lajur Memanjang

kapasitas dukung ultimit (q_u)

$$\rightarrow q_u = c.N_c + p_o.N_q + 0,5.B.\gamma.N_\gamma$$

kapasitas dukung ultimit netto (q_{un})

$$\rightarrow q_u = c.N_c + p_o.(N_q - 1) + 0,5.B.\gamma.N_\gamma$$

2. Pondasi Berbentuk Bujur Sangkar

kapasitas dukung ultimit (q_u)

$$\rightarrow q_u = 1,3.c.N_c + p_o.N_q + 0,4.B.\gamma.N_\gamma$$

kapasitas dukung ultimit netto (q_{un})

$$\rightarrow q_u = 1,3.c.N_c + p_o.(N_q - 1) + 0,4.B.\gamma.N_\gamma$$

3. Pondasi Berbentuk Lingkaran

kapasitas dukung ultimit (q_u)

$$\rightarrow q_u = 1,3.c.N_c + p_o.N_q + 0,3.B.\gamma.N_\gamma$$

kapasitas dukung ultimit netto (q_{un})

$$\rightarrow q_u = 1,3.c.N_c + p_o.(N_q - 1) + 0,3.B.\gamma.N_\gamma$$

4. Pondasi Berbentuk Empat Persegi Panjang

$$q_u = c.N_c (1 + 0,3.B/L) + p_o.N_q + 0,5.B.\gamma.N_\gamma (1 - 0,2.B/L)$$

Terzaghi (1943)

- ▣ Pengaruh keberadaan air tanah pada Persamaan Kapasitas Dukung Tanah

Persamaan Umum :

$$q_u = c.N_c + p_o.N_q + 0,5.B.\gamma.N_\gamma$$

↓ ↓ ↓
Suku ke-1 Suku ke-2 Suku ke-3

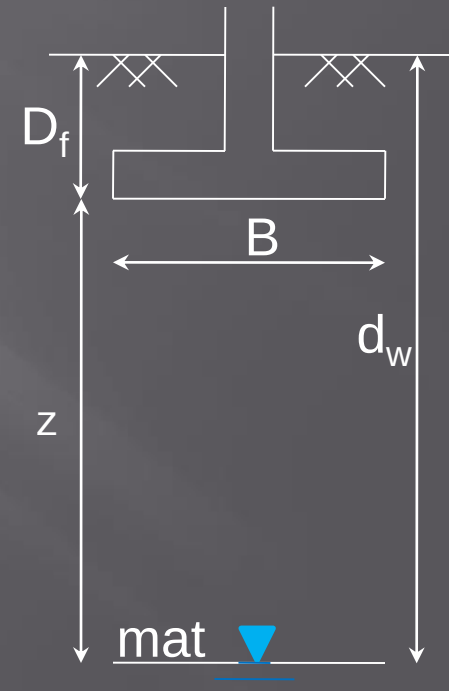
Kondisi 1

muka air tanah terletak sangat dalam (jauh di bawah dasar Pondasi) $\rightarrow z \gg B$, maka :

pada suku ke-2 $\rightarrow$ nilai $p_o = D_f.\gamma_b$

pada suku ke-3 $\rightarrow$ nilai γ adalah γ_b atau γ_d

parameter kuat geser yang digunakan adalah dalam tinjauan tegangan efektif (c' dan ϕ')



(1)

Terzaghi (1943)

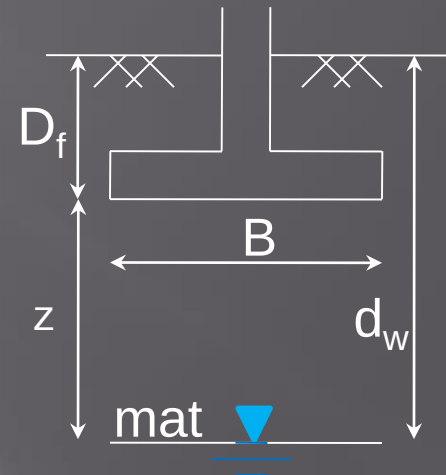
Kondisi 2

muka air tanah terletak pada kedalaman z di bawah dasar Pondasi ($z < B$) maka :

pada suku ke-2 $\rightarrow$ nilai $p_o = D_f \cdot \gamma_b$

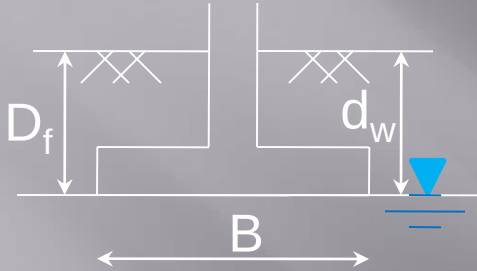
pada suku ke-3 $\rightarrow$ nilai γ adalah γ_{rt} karena zona geser di bawah Pondasi sebagian terendam air.

sehingga $\gamma_{rt} = \gamma' + (z/B)(\gamma_b - \gamma')$



(2)

Terzaghi (1943)

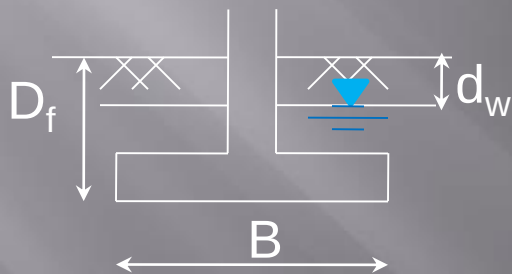


(3)

Kondisi 3

muka air tanah terletak pada dasar Pondasi maka :
pada suku ke-2 $\rightarrow$ nilai $p_o = D_f \cdot \gamma_b$

pada suku ke-3 $\rightarrow$ nilai γ adalah γ' (karena zona geser di bawah Pondasi sepenuhnya terendam air)



(4)

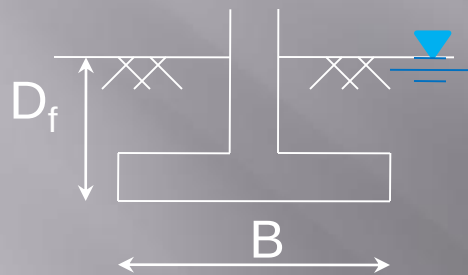
Kondisi 4

muka air tanah terletak di atas dasar Pondasi maka :
pada suku ke-2 $\rightarrow$ nilai $p_o = \gamma'(D_f - d_w) + \gamma_b \cdot d_w$

pada suku ke-3 $\rightarrow$ nilai γ adalah γ' (karena zona geser di bawah Pondasi sepenuhnya terendam air)

Terzaghi (1943)

Kondisi 5



(5)

muka air tanah di permukaan maka :

pada suku ke-2 $\rightarrow$ nilai $p_o = \gamma' \cdot D_f$

pada suku ke-3 $\rightarrow$ nilai γ adalah γ' (karena zona geser di bawah Pondasi sepenuhnya terendam air)

RUMUS UMUM DAYA DUKUNG PONDASI MEYERHOF (1963)

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

- ▣ F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$ = faktor bentuk
- ▣ F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$ = faktor kedalaman
- ▣ F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$ = faktor inklinasi

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2(45^\circ + \phi' / 2)$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \phi')$$

FAKTOR PENGARUH MEYERHOF

▣ F. BENTUK

F. KEDALAMAN

F. INKLINASI

$$F_{cs} = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$$

$$F_{qs} = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$$

$$F_{\gamma s} = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$$

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

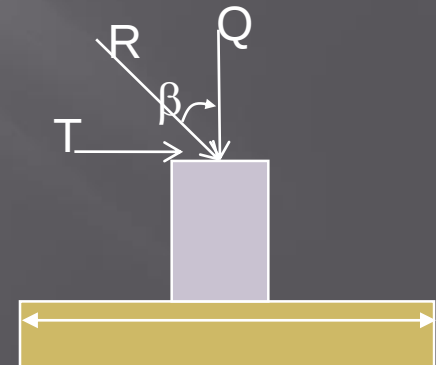
$$F_{cd} = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

$$F_{\lambda d} = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

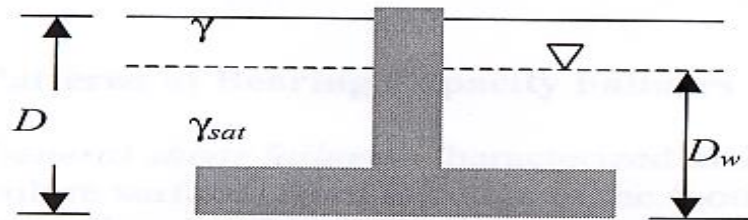
$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$



Pengaruh Muka air

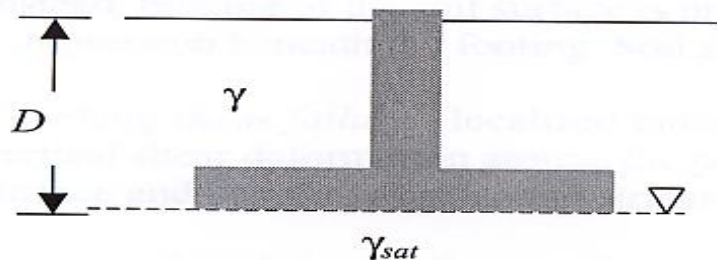
Case 1 – Ground water table above the footing base



$$q = \gamma(D - D_w) + \gamma_b D$$

$$q_u = cN_c s_c d_c + qN_q s_q d_q + \frac{1}{2} \gamma_b B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

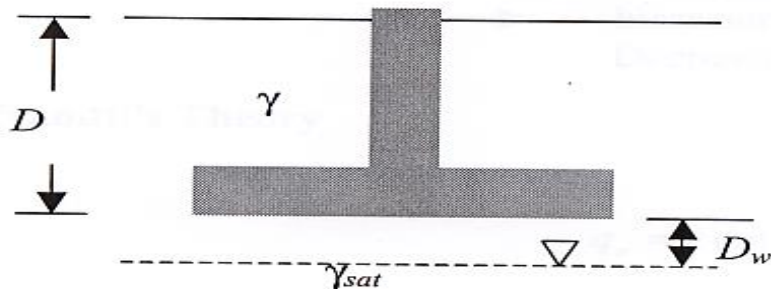
Case 2 – Ground water table coincides with the footing base



$$q = \gamma D$$

$$q_u = cN_c s_c d_c + qN_q s_q d_q + \frac{1}{2} \gamma_b B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Case 3 – Ground water table below the footing base



$$q = \gamma D$$

$$q_u = cN_c s_c d_c + qN_q s_q d_q + \frac{1}{2} \gamma_b B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$\gamma_{av} = \frac{1}{B} [\gamma D + \gamma_b (B - D)] \quad \text{for } D \leq B$$

$$\gamma_{av} = \gamma \quad \text{for } D > B$$

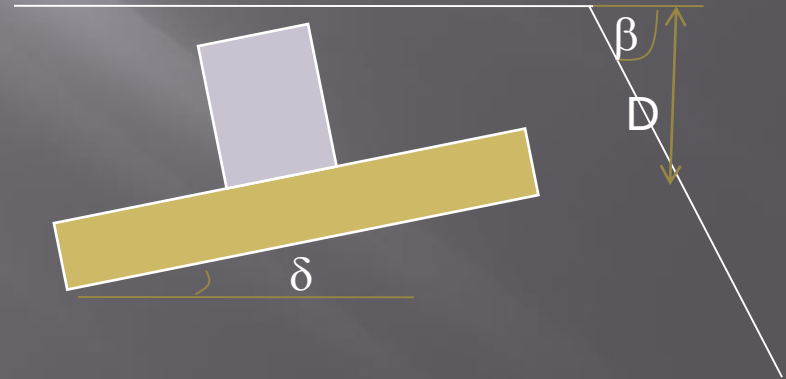
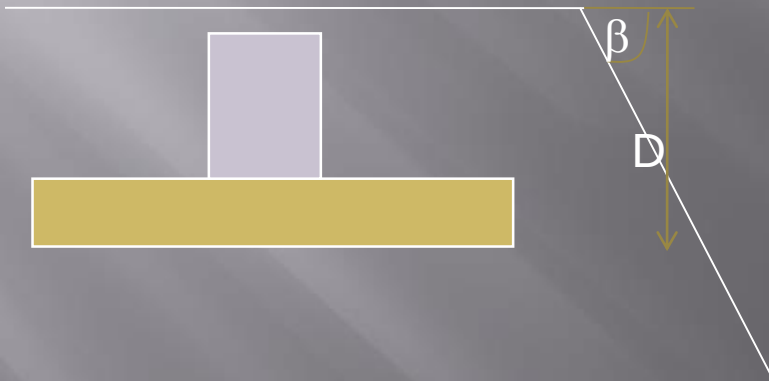
PERSAMAAN DAYA DUKUNG BRINCH HANSEN (1970)

- ▣ Persamaan didasarkan eksperimental dan teoritis
- ▣ Bidang runtuh sama dengan terzaghi tetapi sudut α sama dengan Meyerhof
- ▣ Persamaan memasukan pengaruh bentuk, kedalaman, inklinasi, kemiringan dasar tanah dan kemiringan permukaan tanah.

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} F_{c\beta} F_{c\delta} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} F_{q\beta} F_{q\delta} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} F_{\gamma \beta} F_{\gamma \delta}$$

FAKTOR KEMIRINGAN

- ▣ Kemiringan permukaan : $F_{c\beta}$, $F_{q\beta}$, $F_{\gamma\beta}$
- ▣ Kemiringan dasar pondasi : $F_{c\delta}$, $F_{q\delta}$, $F_{\gamma\delta}$



FAKTOR DAYA DUKUNG HANSEN

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2(45^\circ + \phi' / 2)$$

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

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

PERBANDINGAN FAKTOR DAYA DUKUNG

BEARING CAPACITY FACTORS FOR GENERAL SHEAR

ANGLE OF FRICTION ϕ (DEGREES)	TERZAGHI			MEYERHOF			HANSEN		
	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00
2	6.30	1.22	0.18	5.63	1.20	0.01	5.63	1.20	0.01
4	6.97	1.49	0.38	6.19	1.43	0.04	6.19	1.43	0.05
5	7.34	1.64	0.50	6.49	1.57	0.07	6.49	1.57	0.07
6	7.73	1.81	0.62	6.81	1.72	0.11	6.81	1.72	0.11
8	8.60	2.21	0.91	7.53	2.06	0.21	7.53	2.06	0.22
10	9.60	2.69	1.21	8.34	2.47	0.37	8.34	2.47	0.39
12	10.76	3.29	1.70	9.28	2.97	0.60	9.28	2.97	0.63
14	12.11	4.02	2.23	10.37	3.59	0.92	10.37	3.59	0.97
15	12.86	4.45	2.50	10.98	3.94	1.13	10.98	3.94	1.18
16	13.68	4.92	2.94	11.63	4.34	1.37	11.63	4.34	1.43
18	15.52	6.04	3.87	13.10	5.26	2.00	13.10	5.26	2.08
20	17.69	7.44	4.97	14.83	6.40	2.87	14.83	6.40	2.95
22	20.27	9.19	6.61	16.88	7.82	4.07	16.88	7.82	4.13
24	23.36	11.40	8.58	19.32	9.60	5.72	19.32	9.60	5.75
25	25.13	12.72	9.70	20.72	10.66	6.77	20.72	10.66	6.76
26	27.09	14.21	11.35	22.25	11.85	8.00	22.25	11.85	7.94
28	31.61	17.81	15.15	25.80	14.72	11.19	25.80	14.72	10.94
30	37.16	22.46	19.73	30.14	18.40	15.67	30.14	18.40	15.07
32	44.04	28.52	27.49	35.49	23.18	22.02	35.49	23.18	20.79
34	52.64	36.50	36.96	42.16	29.44	31.15	42.16	29.44	28.77
35	57.75	41.44	42.40	46.12	33.30	37.15	46.12	33.30	33.92
36	63.53	47.16	51.70	50.59	37.75	44.43	50.59	37.75	40.05
38	77.50	61.55	73.47	61.35	48.93	64.07	61.35	48.93	56.17
40	95.66	81.27	100.39	75.31	64.20	93.69	75.31	64.20	79.54
42	119.67	108.75	165.69	93.71	85.37	139.32	93.71	85.37	113.96
44	151.95	147.74	248.29	118.37	115.31	211.41	118.37	115.31	165.58
45	172.29	173.29	294.50	133.87	134.87	262.74	133.87	134.87	200.81
46	196.22	204.19	426.96	152.10	158.50	328.73	152.10	158.50	244.65
48	258.29	287.85	742.61	199.26	222.30	526.45	199.26	222.30	368.67
50	347.51	415.15	1153.15	266.88	319.06	873.86	266.88	319.06	568.57

FAKTOR BENTUK DAN INKLINASI

$$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left[\frac{N_q}{N_c} \right]$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi$$

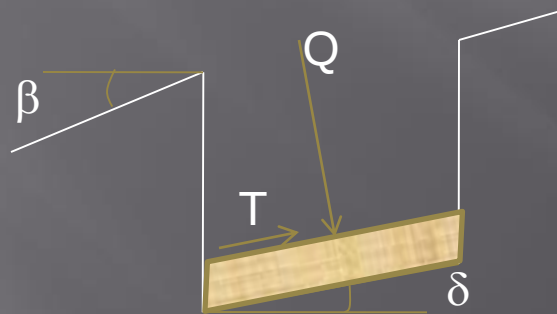
$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

Apa sin ?

$$F_{qi} = \left[1 - \frac{0.5T}{Q + B.L.c_a \cot \phi} \right]$$

$$F_{si} = F_{qi} - \frac{(1 - F_{qi})}{(N_q - 1)}$$

$$F_{\gamma i} = \left[1 - \frac{0.7T}{Q + \cos \beta . B . L . c_a \cot \phi} \right]$$



FAKTOR KEDALAMAN

▣ $D_f/B < 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Faktor Pengaruh Hansen

FAKTOR KEMIRINGAN
PERMUKAAN TANAH

$$F_{q\beta} = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

$$F_{\gamma\beta} = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

$$F_{c\beta} = F_{q\beta} - \frac{1 - F_{q\beta}}{147.3}$$

FAKTOR KEMIRINGAN
DASAR PONDASI

$$F_{q\delta} = e^{-0.035\delta \tan \phi}$$

$$F_{\gamma\delta} = e^{-0.047\delta \tan \phi}$$

$$F_{c\delta} = F_{q\delta} - \frac{1 - F_{q\delta}}{147.3}$$

DAYA DUKUNG VESIC (1975)

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} F_{c\beta} F_{c\delta} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} F_{q\beta} F_{q\delta} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} F_{\gamma \beta} F_{\gamma \delta}$$

Faktor daya dukung sama dengan Hansen kecuali N_γ :

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Faktor Inklinasi:

$$F_{qi} = \left[1 - \frac{T}{Q + B.L.c_a \cot \phi} \right]^m$$

$$F_{si} = F_{qi} - \frac{(1 - F_{qi})}{(N_q - 1)}$$

$$F_{\gamma i} = \left[1 - \frac{T}{Q + \cos \beta . B . L . c_a \cot \phi} \right]^{m+1}$$

Faktor Pengaruh

FAKTOR KEMIRINGAN
DASAR PONDASI

$$F_{q\delta} = (1 - 0.0176 \tan \phi)^2$$

$$F_{\gamma\delta} = (1 - 0.0176 \tan \phi)^2$$

$$F_{c\delta} = F_{q\delta} - \frac{1 - F_{q\delta}}{147.3}$$

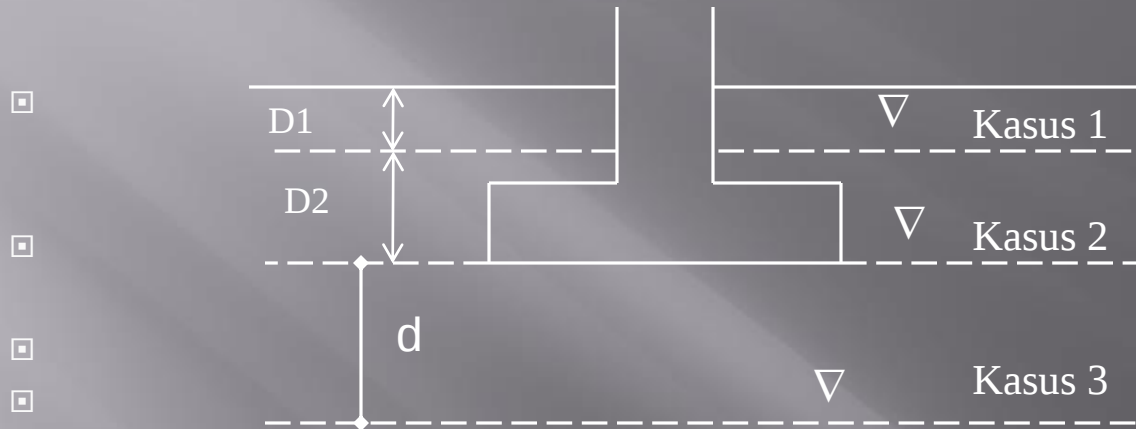
FAKTOR KEMIRINGAN
PERMUKAAN TANAH

$$F_{q\beta} = (1 - \tan \beta)^2$$

$$F_{\gamma\beta} = (1 - \tan \beta)^2$$

$$F_{c\beta} = F_{q\beta} - \frac{1 - F_{q\beta}}{147.3}$$

PENGARUH MUKA AIR TANAH PADA PERSAMAAN DAYA DUKUNG



- Kasus 1: $q = D_1\gamma + D_2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$
- Kasus 2: $0 \leq d \leq B \quad \bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$
- Kasus 3: $d \geq B$ tidak ada pengaruh

PONDASI PADA TANAH PASIR

Tanah berbutir kasar, tidak berkohesi ($c=0$)
Perhitungan daya dukung berdasarkan parameter tanah teralirkan (drained), parameter tegangan efektif

$$q_u = \gamma D N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$$q_u = \gamma D N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

$$q_u = \gamma D N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma$$

$$q_u = \gamma D N_q + (1 - 0.2 B / L)^{\frac{1}{2}} \gamma B N_\gamma$$

DAYA DUKUNG TANAH PADA TANAH LEMPUNG

Pada tanah lempung dengan $\phi \approx 0$ (kecil) harus dipastikan bahwa tanah lempung bukan tanah lempung ekspansif

$$q_u = c_u N_c + \gamma D$$

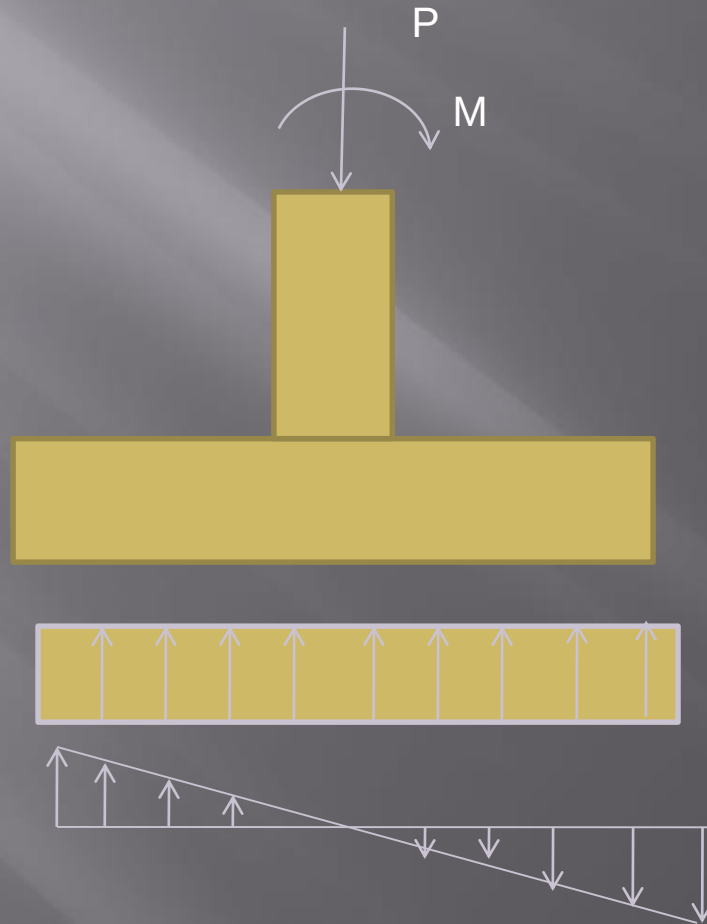
PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG (SKEMPTON, 1951)

- ▣ Tanah lempung jenuh

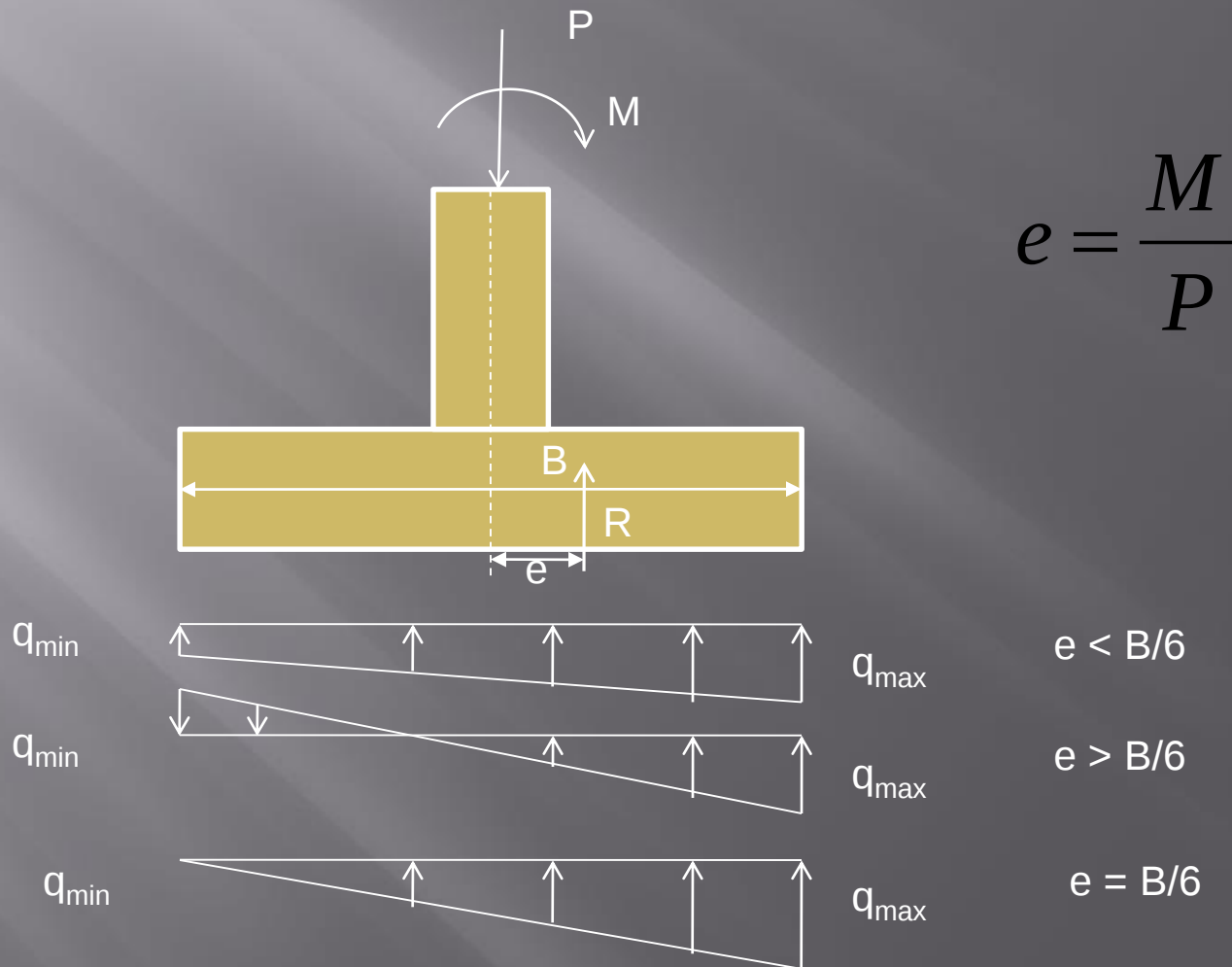
$$q_u = c_u N_c + \gamma D N_q$$

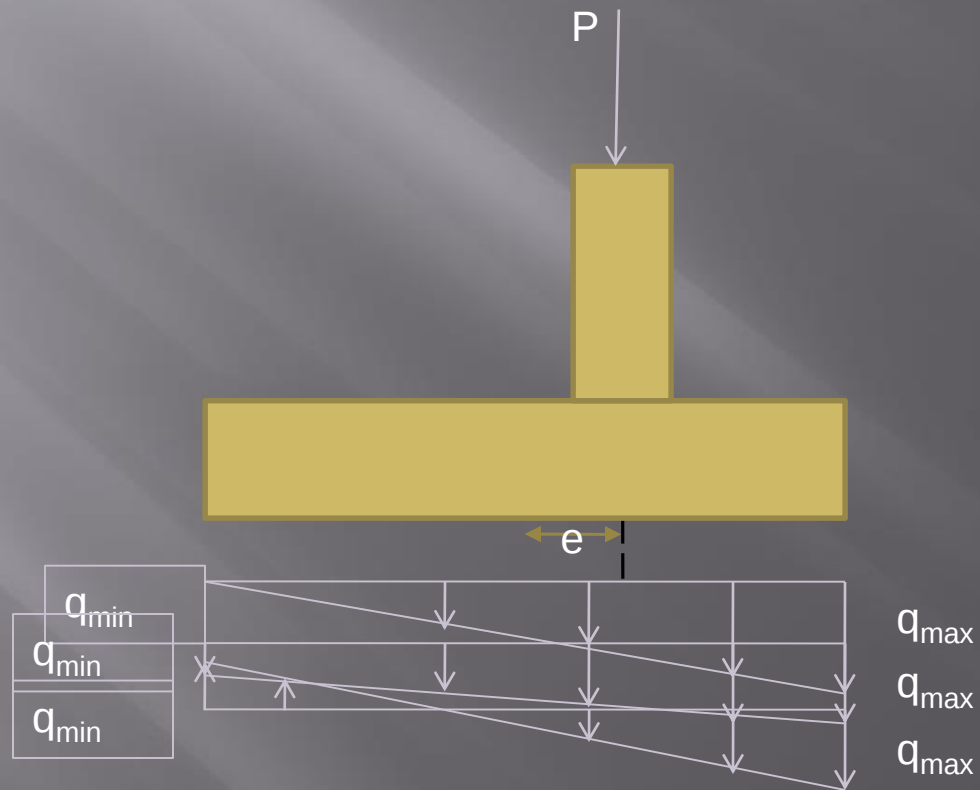
- ▣ Faktor Daya dukung N_c
- ▣ - $D=0$ $N_c = 5.14$ pondasi memanjang
- ▣ $N_c = 6.20$ pondasi lingkaran,
 bujursangkar
- ▣ - $0 < D < 2.5B$ $N_c = (1 + 0.2D/B) \cdot N_c \text{ (permukaan)}$
- ▣ - $D > 2.5$ $N_c = 1.5 N_c \text{ (permukaan)}$

DISTRIBUSI TEGANGAN TANAH AKIBAT TEG. VERTIKAL DAN MOMEN



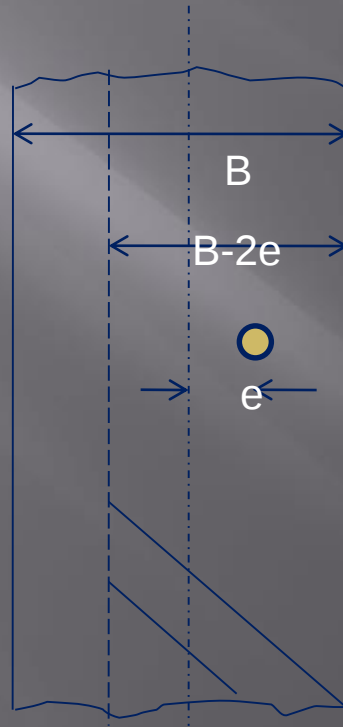
Tegangan kontak akibat beban vertikal dan momen





$e = B/6$
 $e < B/6$
 $e > B/6$

Pondasi Lajur



Stabilitas Daya Dukung

Tegangan kontak : tegangan akibat beban

$$q = \frac{\Sigma V}{A} \pm \frac{M_{\text{net}} y}{I}$$

$$q_{\text{max}} = q_{\text{jari}} = \frac{\Sigma V}{(B)(1)} + \frac{e(\Sigma V) \frac{B}{2}}{\left(\frac{1}{12}\right) (B^3)} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_{\text{min}} = q_{\text{tumpit}} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

$$M_{\text{net}} = \Sigma M_R - \Sigma M_o$$

Menentukan eksentrisitas DPT

$$\bar{X} = \frac{M_{\text{net}}}{\Sigma V}; \quad e = \frac{B}{2} - \bar{X}$$