

PENELITIAN DAYA DUKUNG PELAT PADA LIMESTONE BERDASARKAN PERCOBAAN DI LABORATORIUM

I Nyoman Aribudiman¹, AAKN Tjerita², dan Anissa Maria Hidayati²

Abstrak: Konstruksi angker dipakai pada permasalahan dinding turap sampai ketinggian 20 ft. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung pondasi plat angker pada limestone dengan berbagai macam kepadatan yaitu 48.50% dari γ_d mak, 68.60% γ_d mak, dan 84.60% γ_d mak.

Penelitian ini berdasarkan percobaan di Laboratorium, dengan plat angker berbentuk persegi empat sedangkan beban yang bekerja adalah berupa beban vertikal, bersudut (berinklinasi) dan beban kearah horisontal dengan kedalaman D/B = 1, 2, dan 3. Penelitian ini menggunakan box dari plat baja dengan ukuran 1.00 meter x 1.00 meter x 1.00 meter dengan tebal plat $t=3$ mm. Limestone yang dipakai mempunyai kadar air (w) awal 13.26% dengan berat jenis (Gs) 2.625, dimasukan kedalam box lapis demi lapis. Peningkatan beban diberikan sebesar 0.50 kg dengan interval waktu setiap 3 menit. Untuk masing-masing kepadatan dilakukan percobaan dengan kedalaman (D/B) 1, 2, dan 3, dengan variasi pembebanan (α) = 0^0 , 32.40^0 , 61.20^0 dan 90^0 .

Dari hasil analisis didapat besarnya daya dukung tarik suatu plat angker dipengaruhi oleh dimensi, sifat-sifat tanah, posisi penempatan dan letak tertanamnya plat angker. Beban maksimum yang terjadi pada penarikan suatu plat angker dapat ditunjukkan dalam bentuk faktor cabut/break out factor (Nq) besarnya sesuai dengan kenaikan ratio kedalaman (D/B) rata-rata. Besarnya kenaikan beban cabut akibat bertambahnya inklinasi (96.8%), Perpindahan (61.10%). Kemudian akibat pertambahan kepadatan beban cabut bertambah sekitar 110%. Akibat pertambahan ratio kedalaman (D/B) beban cabut bertambah sebesar 96.80%, serta faktor cabut bertambah sebesar 10.44% untuk setiap pertambahan ratio kedalaman (D/B).

Kata kunci: pondasi plat angker, kemiringan plat angker, kapasitas tarik, faktor cabut.

RESEARCH OF BEARING CAPACITY OF ANCHOR PLATE IN LIMESTONE BASED ON LABORATORY WORK

Abstract: Anchor construction was commonly used when the height of a cantilever sheet pile wall exceeds 20 ft, it was become more economical to tie the sheet pile wall near the top to an anchor plate or anchor piles. Nowadays, anchor plate constructions are also used in shallow foundation under pull out load or other kind of up lift load. The behaviors of anchor and up lift capacity of anchor plate foundation depend on soil types, anchor geometry form, and foundation material. The research was aimed to determine the bearing capacity of anchor plate foundation on the compacted soil. The compacted soil used in the research is limestone with three different densities vary from 48.50%, 68.60% and 84.60% of its maximum dry density.

The research was carried out based on laboratory works. A series of anchor plate foundation models are prepared and loaded with a vertical load. The load was set to be perpendicular to the anchor plate base. A variation in anchor plate inclination was also observed in this research. The depth of anchor plate was set follows a ratio of depth and foundation width D/B = 1, 2, and 3. A three mm thick steel framed box of 1m x 1m x 1m was filled with compacted limestone of certain density and a model of 5cm x

¹ Alumnus dari Program Magister Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana, Denpasar.

² Dosen Program Magister Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana, Denpasar.

5cm x 1cm anchor plate made of steel was plate placed in a certain depth below the soil surface. Limestone with initial moisture content (w) of 13.26% and specific gravity (G_s) of 2.625 was placed into the box in layers. Limestone was compacted manually with a tamper in order to obtain a preferred density above. Then, anchor plate models were loaded with a certain load and the loads were increased with an increment of 0.5 kg every three minutes. The load was continuously increased until failure. The load tests were repeated for the variation of depth and foundation width $D/B = 1, 2, \text{ and } 3$ and load inclination angles (α) of $0^\circ, 32.40^\circ, 61.20^\circ, \text{ and } 90.0^\circ$.

The test result show that the pull out capacity of anchor plate is depends of depth and the inclination angle of the plate beside of its dimension and soil type. The maximum pull out capacity of anchor plate could be shown on non dimension break out factors (N_q). The increase of the non-dimension value was governed by the increasing of average D/B ratio value. The pull out capacity of anchor plate was increasing due to (1) the increasing of soil density reach 96.80%, (2) the increasing of plate displacement was 61.10%, (3) the inclination angle of plate was 110 %, and (4) D/B ratio was 96.80%. The pull out factor was also increased of 10.44% for every increments of D/B value.

Keywords: anchor plate foundation, inclination angle of plate, pull out capacity, pull out factors.

PENDAHULUAN

Pondasi pelat angker merupakan penjangkaran tanah yang dikenal juga dengan nama *alluvian anchor* atau *ground anchor*, telah dikembangkan di Eropa sekitar 20 tahun yang lalu. Penjangkaran dapat dilakukan di dalam tanah yang umumnya terdiri dari lapisan berpasir, lapisan berkerikil, lapisan berlempung, lapisan berbatu halus atau pada limestone.

Perkembangan penggunaan pondasi plat angker menjadi sangat bervariasi, tidak saja hanya untuk menahan beban lateral, tetapi juga menahan beban tarik yang lebih dikenal sebagai beban *up-lift*. Hasil yang didapat oleh Fred H. Kulhawy et al (1985) menyatakan bahwa perilaku *up-lift* dari sistem pondasi angker tersebut dipengaruhi oleh, kondisi tanah, geometri pondasi, material pondasi, dan prosedur konstruksinya. Disamping itu pondasi angker tapak dapat dibagi berdasarkan bentuk tapaknya seperti; pondasi angker tapak berbentuk segi empat, pondasi angker tapak berbentuk lingkaran dan pondasi angker tapak berbentuk segitiga.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya kapasitas daya

dukung tarik pelat angker berbentuk segi empat pada limestone dengan berbagai macam kepadatan dan mengetahui kapa-sitas daya dukung tarik pelat angker yang ditempatkan pada berbagai posisi pembebanan (posisi vertikal, horisontal dan menyudut).

MATERI DAN METODE

Pada mulanya pondasi angker dikenal pada permasalahan dinding turap berjangkar yang digunakan untuk menahan beban lateral. Daya dukungnya terhadap beban tarik sangat tergantung pada tahanan tanah pasif yang bekerja di muka plat dengan penampang yang besar di lain pihak atau gabungan antara keduanya. Disamping itu daya dukung juga dipengaruhi oleh kedalaman penanaman, model plat.

Menurut Teng (1962) pondasi angker vertikal pada dinding turap berjangkar dibagi dalam dua katagori sebagai berikut:

a. Pondasi angker vertikal setempat dekat dari permukaan tanah asli

Besarnya kapasitas daya dukung tarik batas σ_{ult} dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{ult} = L (P_p - P_A) + 2 \times \frac{1}{6} K_o \gamma (\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a}) H^3 \tan \phi \quad (2)$$

$$\sigma_{ult} = L (P_p - P_A) + \frac{1}{3} K_o \gamma (\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a}) H^3 \tan \phi \quad (3)$$

Dimana :

σ_{ult} = Kapasitas daya dukung tarik batas

P_p = Mobilisasi tekanan tanah lateral pasif tinggi H.

P_A = Mobilisasi tekanan tanah lateral aktif tinggi H.

K_o = Koefisien tekanan tanah lateral seimbang (diambil = 0.4 atau)

L = Panjang plat angker

γ = berat volume tanah

H = Tinggi dasar pondasi plat

ϕ = Sudut geser dalam

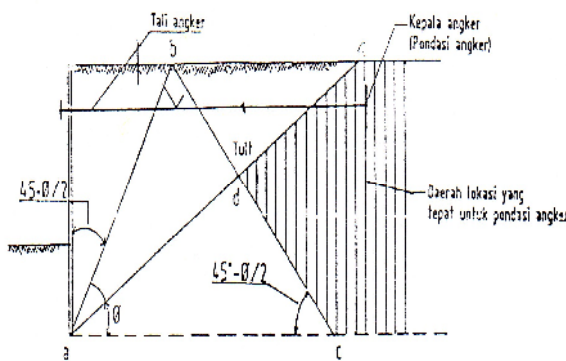
K_p, K_a = Koefisien tekanan tanah lateral pasif dan aktif

b. Pondasi angker vertikal tertanam jauh dari permukaan tanah asli

Menurut Terzaghi (1943) besarnya kapasitas tarik batas (σ_{ult}) adalah :

$$\sigma_{ult} = q_{ult} = 1,3c \cdot N_c + \sum \gamma_i \cdot [h + \frac{1}{2}(H - h)] + 0.4 \gamma (H-h) N_\gamma$$

Sehingga pondasi angker harus ditempatkan pada suatu lokasi tertentu seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penempatan pondasi angker

Untuk mendapatkan mobilisasi penuh kapasitas tarik pondasi angker diletakkan seperti pada Gambar 1 dengan syarat-syarat yang harus dipenuhi adalah :

1. Bidang baji/segi tiga gelincir aktif tanah timbunan tidak boleh berpotongan dengan bidang baji/segitiga gelincir pasif di depan pondasi angker.
2. Pondasi angker diletakkan di suatu daerah di bawah bidang longsor yaitu bidang yang dibentuk oleh dasar turap dengan garis horisontal di bawah.

Sehingga lokasi yang tepat bagi pondasi angker adalah dalam bidang yang dibatasi garis ed dan dc.

Pola Perilaku

Untuk pondasi angker, kapasitas gaya angkat (*uplift capacity*) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_u = W + Q_{tu} + Q_{su} = W + Q_{tu} + \int_{surface} \tau(z) dz \quad (3)$$

dimana :

Q_u = kapasitas gaya angkat (uplift)

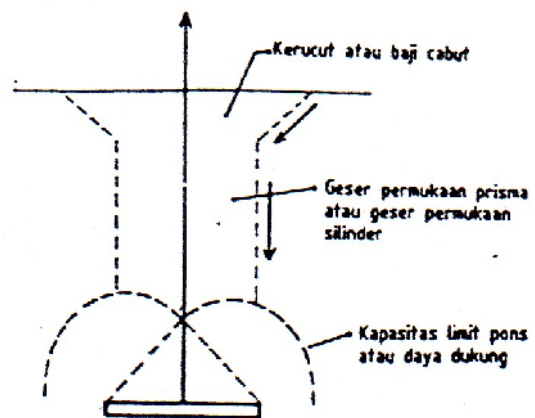
W = berat pondasi, termasuk tanahnya ($W_f + W_s$)

Q_{tu} = tahanan Ujung

Q_{su} = tahanan sisi/samping

τ = tegangan geser sepanjang permukaan

Pola perilaku secara umum berdasarkan bahasan diatas, model *uplift* yang terlihat pada Gambar 2 secara umum dapat digunakan untuk semua jenis angker.



Gambar 2. Metode uplift secara umum untuk angker horisontal

Kriteria Keruntuhan Mohr Coulomb

Kekuatan geser diperlukan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan stabilitas massa tanah. Bila suatu titik pada sembarang bidang dari suatu massa tanah memiliki tegangan geser yang sama dengan kekuatan gesernya, maka keruntuhan akan terjadi pada titik tersebut. Kekuatan geser tanah (τ_f) di suatu titik pada suatu bidang tertentu dikemukakan oleh Coulomb sebagai suatu fungsi linear terhadap tegangan normal (σ_f) pada bidang tersebut pada titik yang sama, sebagai berikut:

$$\tau_f = c + \sigma_f \tan \phi \tag{4}$$

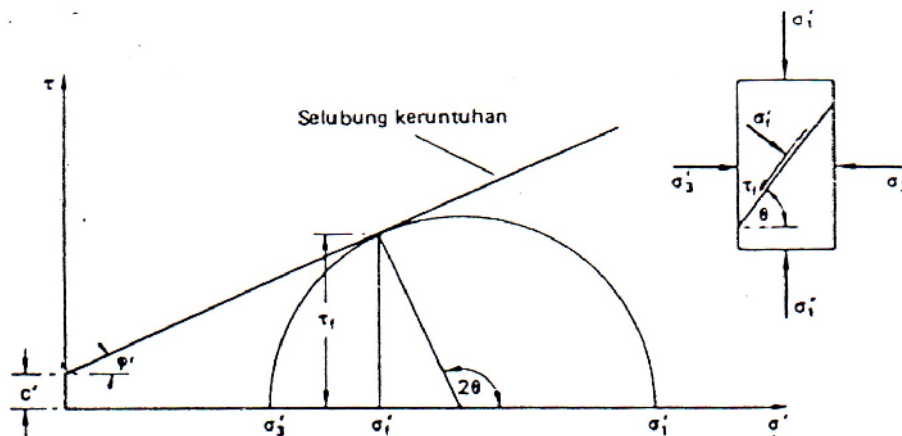
Selain itu, kekuatan geser juga dapat dinyatakan dalam tegangan utama

mayor σ'_1 dan minor σ'_3 pada keadaan runtuh di titik yang ditinjau. Garis yang dihasilkan oleh Persamaan (5) pada keadaan runtuh merupakan garis singgung terhadap Lingkaran Mohr yang menunjukkan keadaan tegangan dengan nilai positif untuk tegangan tekan, seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Koordinat titik singgungnya adalah τ_f dan σ'_f yang didapat dari persamaan :

$$\begin{aligned} \tau_f &= \frac{1}{2} (\sigma'_1 - \sigma'_3) \sin 2\theta \\ \sigma'_f &= \frac{1}{2} ((\sigma'_1 + \sigma'_3) + (\sigma'_1 - \sigma'_3) \cos 2\theta) \end{aligned}$$

dimana θ besarnya :

$$\theta = 45^\circ + \frac{\phi'}{2}$$



Gambar 3. Kondisi tegangan saat runtuh

Dari Gambar 3 dapat dilihat juga hubungan antara tegangan utama efektif pada keadaan runtuh dan parameter-parameter kekuatan geser.

$$\sin \phi' = \frac{\frac{1}{2}(\phi'_1 - \phi'_3)}{c' \cot \phi' + \frac{1}{2}(\phi'_1 + \phi'_3)}$$

sehingga :

$$(\sigma'_1 - \sigma'_3) = (\sigma'_1 + \sigma'_3) \sin \phi' + 2c' \cos \phi'$$

atau

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2(45^\circ + \frac{\phi'}{2}) + 2c' \tan (45^\circ + \frac{\phi'}{2})$$

Dengan memplot $\frac{1}{2}(\sigma'_1 - \sigma'_3)$ terhadap $\frac{1}{2}(\sigma'_1 + \sigma'_3)$, maka setiap kondisi tegangan dapat dinyatakan dengan suatu titik tegangan (*stress point*), yang lebih baik daripada Lingkaran Mohr, seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Setelah itu dapat dibuat selubung keruntuhan yang dimodifikasi, yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) = a' + \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) \tan \alpha'$$

Dimana a' dan α' adalah parameter-parameter kekuatan geser yang dimodifikasi. Kemudian parameter-parameter a' dan ϕ' di dapat dari :

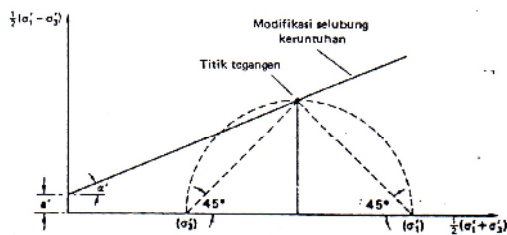
$$\phi' = \sin^{-1} (\tan \alpha')$$

$$c' = \frac{a'}{\cos \phi'}$$

Garis-garis yang digambar dari titik tegangan pada sudut 45° terhadap horisontal, seperti pada Gambar 4, berpotongan dengan sumbu horisontal di titik-titik yang menyatakan nilai-nilai tegangan utama σ_1 dan σ_3 . Gambar 4 juga dapat digambarkan dalam kondisi tegangan total, dengan koordinat-koordinat vertikal dan horisontal berturut-turut $\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)$ dan $\frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3)$. Perlu diperhatikan bahwa:

$$\frac{1}{2}((\sigma_1 - \sigma_3)) = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \quad (14)$$

$$\frac{1}{2}((\sigma_1 + \sigma_3)) = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) - u \quad (15)$$



Gambar 2.4. Alternatif yang menggambarkan kondisi tegangan

Dalam keadaan simetri aksial, untuk keadaan tegangan efektif dapat juga diplot terhadap koordinat-koordinat vertikal dan horisontal berturut-turut q' dan $p\sigma'$, dimana :

$$q' = ((\sigma_1 - \sigma_3)) \quad (16)$$

$$p' = 1/3 ((\sigma_1 + 2(\sigma_3))) \quad (17)$$

Untuk tegangan totalnya besarnya :

$$q = (\sigma_1 - \sigma_3) \quad (18)$$

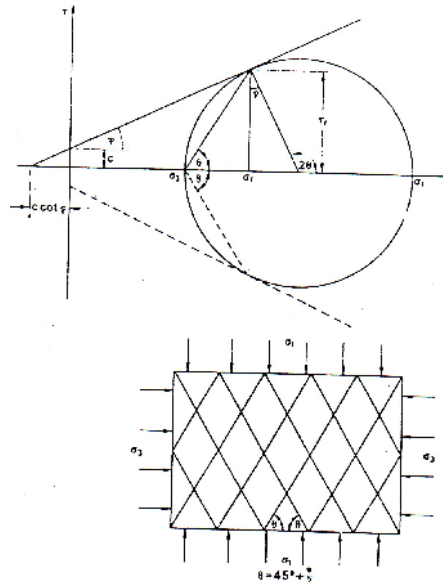
$$p = 1/3 (\sigma_1 + 2\sigma_3) \quad (19)$$

dalam hal ini hubungan antara tegangan efektif dan tegangan total adalah :

$$q = q \text{ dan } p = p - u \quad (20)$$

Teori Rankine tentang Tekanan Tanah

Teori Rankine (1857) mempertimbangkan keadaan tegangan pada massa tanah ketika kondisi keseimbangannya telah tercapai, yaitu ketika keruntuhan gesernya pada suatu titik terjadi pada seluruh tanah. dapat dilihat dalam Gambar 5, dimana parameter-parameter kekuatan geser dinyatakan dengan c dan ϕ



Gambar 5. Kondisi keseimbangan plastis

Gambar 5a menunjukkan suatu tanah semi-tak terbatas dengan permukaan horisontal dan memiliki batas vertikal yang terbuat dari dinding berpermukaan halus dengan kedalaman semi-tak terbatas. Tanah diasumsikan bersifat homogen dan isotropik. Suatu elemen tanah pada kedalaman z akan menerima tegangan vertikal σ_z dan tegangan horisontal σ_x dan karena terjadi rambatan lateral dari berat tanah jika permukaannya horisontal dan vertikal. Oleh sebab itu, tegangan-

tegangan vertikal dan horisontal menjadi tegangan-tegangan utama.

Jika sekarang terjadi pergerakan dinding menjauhi tanah, maka nilai σ_x berkurang karena tanah berdilatasi atau mengembang ke luar, dimana pengurangan σ_x merupakan suatu fungsi yang tidak diketahui dari regangan lateral pada tanah. Jika pengembangan tanah yang terjadi cukup besar, nilai σ_x berkurang sampai suatu nilai minimum sedemikian rupa sehingga berbentuk kondisi keseimbangan plastis. Kondisi ini terjadi karena penurunan tegangan horisontal σ_x , maka σ_x merupakan tegangan utama kecil (σ_3). Tegangan vertikal σ_z merupakan tegangan utama mayor (σ_1).

Tegangan $\sigma_1 (= \sigma_z)$ adalah tekanan overburden tekanan akibat beban tanah di atasnya pada kedalaman z dan merupakan nilai yang tetap untuk sebarang kedalaman. Nilai $\sigma_3 (= \sigma_x)$ ditentukan dengan lingkaran Mohr yang melalui titik yang menyatakan σ_1 dan menyinggung selubung keruntuhan (*failure envelope*) tanah. Hubungan antara σ_1 dan σ_3 pada saat tanah mencapai kondisi keseimbangan plastis dapat diturunkan dari lingkaran Mohr ini. Pada dasarnya rumusan Rankine diturunkan dengan mengasumsikan $c=0$ tetapi penurunan umum dengan c lebih besar dari nol diberikan dibawah ini.

$$\sin \phi = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)}{\frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3 + 2c \cot \phi)} \quad (21)$$

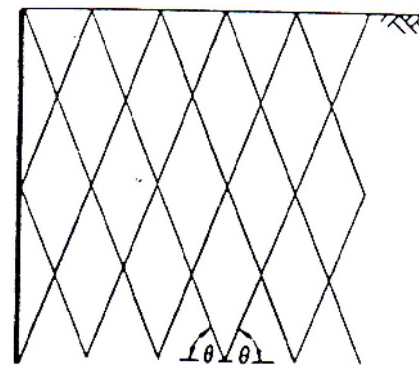
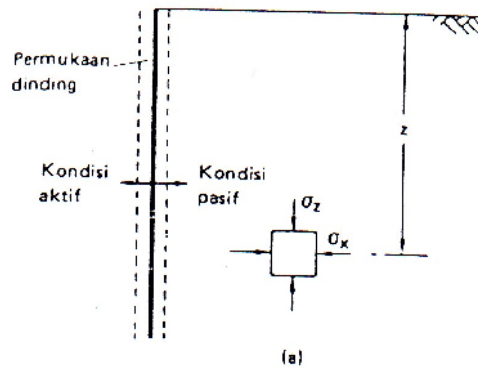
$$\therefore \sigma_3(1 + \sin \phi) = \sigma_1(1 - \sin \phi) - 2c \cos \phi \quad (22)$$

$$\therefore \sigma_3 = \sigma_1 \left(\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right) - 2c \sqrt{\left(\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right)} \quad (23)$$

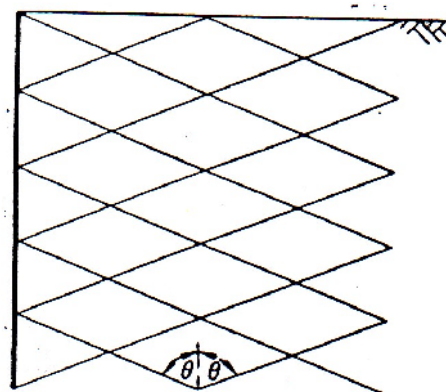
Diskripsi Peralatan.

Untuk melaksanakan percobaan model daya dukung plat angker ini peralatan yang digunakan mengacu kepada perco-

baan Braja M. Das dan Gerald R. Seeley (1975) sebagai berikut :



(b) Kondisi Rankine Aktif



(c) Kondisi Rankine Pasif

Gambar 6. Kondisi Rankine aktif dan pasif

Box Model

Box model percobaan yang terbuat dari plat baja dengan ukuran 1.00 m x 1.00 m x 1.00 dengan tebal plat $t = 3$ mm.

Plat Angker

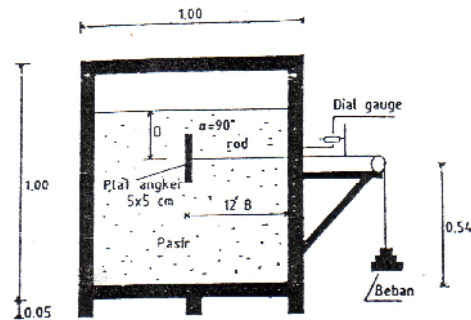
Model plat angker yang dipakai adalah plat angker aluminium dengan ukuran 2x2 in (50,8x50,8 mm) dengan tebal $t = 3/8$ in (9,5 mm) yang pada tengah-tengah plat dibuat lubang $\phi 4$ mm untuk penempatan batang angker (Rot).

Dial Gauge

Dial gauge digunakan untuk mengukur displacement angker yang terjadi serta lendutan box akibat pembebanan.

Stop-Watch

Stop Watch digunakan sebagai pengukur waktu setiap tahap pembebanan.



Gambar 9. Deskripsi alat untuk percobaan plat angker vertikal

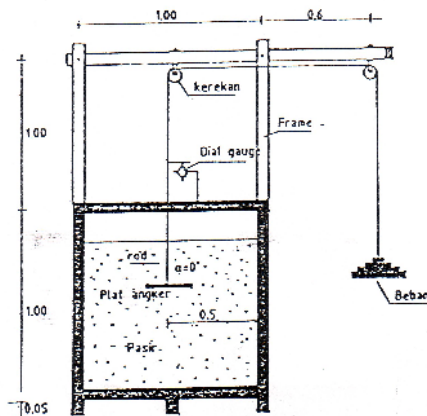
Pembahasan Kuat geser langsung (direct shear test)

Dari penelitian yang dilakukan didapat bahwa limestone yang mempunyai kepadatan yang lebih besar mempunyai nilai sudut geser yang lebih besar Hal ini disebabkan karena dengan semakin padatnya tanah tersebut maka bidang kontak antara butir-butir tanah akan semakin besar sehingga sudut gesek dalamnya juga akan semakin besar.

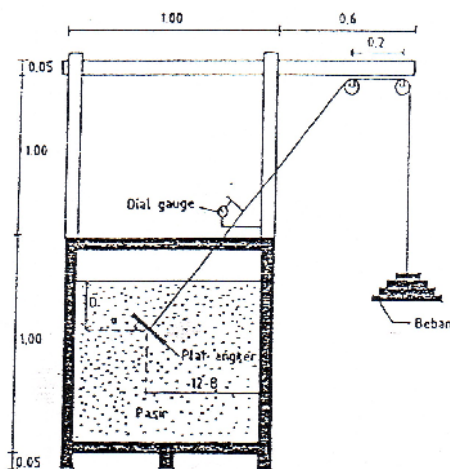
Tes kuat tarik di Laboratorium

Dari hasil pengujian tarik dapat dilihat:

- a. Tes plat angker horisontal ($\alpha = 0^0$)
 Pada setiap penelitian dengan kepadatan semakin besar maka daya dukung tarik bertambah besar, juga ratio kedalaman yang semakin besar.
- b. Tes plat angker berinklinasi ($0^0 < \alpha < 90^0$)
 Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung tarik plat angker berinklinasi (menyudut) lebih besar dibandingkan dengan plat angker horisontal, dalam keadaan kepadatan dan kedalaman yang sama.
- c. Tes plat angker vertikal ($\alpha = 90^0$)
 pada pengujian ini menunjukkan hasil daya dukung tarik plat angker yang terbesar dibandingkan dengan pengujian lainnya dan perpindahan angker sangat lambat, demikian pula proses keruntuhannya memerlukan waktu yang lebih lama.



Gambar 7. Diskripsi alat untuk percobaan plat angker horisontal



Gambar 8. Deskripsi alat untuk percobaan plat angker menyudut

Tabel 1. Hubungan Inklinasi, beban cabut dan perpindahan.

Inklinasi (°)	D/B	Kpdtm 48.5% γd mak:		Kpdtm 68.6% γd mak		Kpdtm 84.6% γd mak	
		B.cabut (kg)	P.pindah (mm)	b.cabut (kg)	P.pindah (mm)	b.cabut (kg)	P.pindah (mm)
0.00 ⁰	1	3	2.50	5	4.12	8.5	6.15
	2	6.5	4.80	12.5	7.50	19	9.25
	3	11	6.25	21.5	8.75	32	11.88
32.40 ⁰	1	5	3.50	8	6.25	12	8.64
	2	11	6.74	17	8.75	25	11.75
	3	17.5	8.85	27	10.35	39.5	13.13
61.20 ⁰	1	7	5.25	11.5	7.82	15	9.25
	2	15	7.25	24	9.50	32	14.10
	3	23.5	8.50	38	11.27	52	16.75
90.00 ⁰	1	9	6.65	14.5	8.75	24	10.25
	2	19	8.95	28.5	10.84	42.5	15.25
	3	26	10.13	44	13.68	63	17.10

Tabel 2. Hubungan antara inklinasi, faktor cabut (Nq) dan kedalaman

Inklinasi (°)	D/B	Kpdtm 48.5% γd		Kpdtm 68.6% γd		Kpdtm 84.6% γd	
		B.cabut (kg)	F.cabut (Nq)	B.cabut (kg)	F.cabut (Nq)	B.cabut (kg)	F.cabut (Nq)
0.00 ⁰	1	3	25.21	5	32.54	8.5	40.86
	2	6.5	27.20	12.5	36.98	19	45.67
	3	11	30.73	21.5	42.49	32	51.28
32.40 ⁰	1	5	42.02	8	47.34	12	57.69
	2	11	46.03	17	50.29	25	60.09
	3	17.5	48.88	27	53.36	39.5	63.30
61.20 ⁰	1	7	58.82	11.5	68.05	15	72.11
	2	15	62.75	24	71.00	32	78.12
	3	23.5	65.64	38	75.10	52	83.33
90.00 ⁰	1	9	75.63	14.5	82.84	24	91.34
	2	19	79.49	28.5	84.31	42.5	96.15
	3	26	81.00	44	86.95	63	99.36

Hubungan beban cabut dengan perpindahan

Setiap peningkatan beban menimbulkan tambahan perpindahan sehingga sampai pada beban batas terjadi perpindahan maksimum, dimana dalam kondisi tersebut tanah mengalami keruntuhan. Pada kepadatan dan kedalaman yang lebih tinggi memberikan tahanan geser yang lebih besar, sehingga perpindahan yang ditimbulkan juga lebih besar dan daya dukung tarik yang terjadi lebih besar,

begitu sebaliknya semakin kecil kepadatan dan kedalaman anker akan memberikan tahanan geser yang lebih kecil sehingga daya dukung tariknya juga semakin kecil.

Hubungan beban cabut dengan kemiringan (inklinasi)

Bertambah besarnya sudut kemiringan anker maka daya dukungnya juga semakin besar. Hal ini dapat terjadi karena semakin besar sudut (inklinasi) yang dibentuk maka volume tanah yang

menahan/dipindah serta tahanan geser juga semakin besar sehingga diperlukan gaya cabut yang lebih besar pula jika dibandingkan dengan yang mempunyai inklinasi yang lebih kecil.

Hubungan faktor cabut (N_q) dengan kedalaman (D/B)

Faktor cabut (N_q) sangat dipengaruhi oleh Kedalaman, posisi (sudut/inklinasi) dari plat anker serta kepadatan limestone tersebut. Makin dalam tertanamnya anker (D/B) dan semakin padat tanah tersebut maka beban cabut akan semakin besar, dengan semakin besarnya beban cabut maka faktor cabut yang ditimbulkan juga semakin besar.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Setelah dilakukan pengujian model di laboratorium terhadap anker dengan posisi kemiringan bervariasi pada tiga macam kepadatan dan kedalaman maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kepadatan limestone posisi plat anker kedalaman yang lebih besar dapat memberikan tahanan geser/gaya tarik yang lebih besar.
2. Beban maksimum yang terjadi pada penarikan suatu plat anker dapat ditunjukkan dalam bentuk faktor cabut (N_q) / (*break out factor*) yang tanpa dimensi. Faktor cabut (N_q) akan bertambah besar nilainya sesuai dengan kenaikan ratio kedalaman (D/B).
3. Untuk setiap ratio kedalaman yang ditinjau harga N_q menunjukkan perubahan yang besar untuk variasi sudut (α) antara 0^0 sampai dengan 90^0 .
4. Tahanan geser/gaya tarik anker bertambah besar dari posisi sudut (α) antara 0^0 sampai dengan 90^0 . Pada sudut 90^0 (vertikal) terdapat tahanan geser/gaya tarik anker maksimum.

Saran

Untuk lebih memahami perilaku dan kemampuan daya dukung plat anker

pada limestone maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut dan memperhatikan beberapa hal:

1. Pembebanan dilakukan dengan cara mekanis atau hidrolis, karena penelitian dengan cara pembebanan konvensional banyak mendapat gangguan-gangguan disekeliling tempat percobaan seperti getaran, pergantian beban / penambahan beban yang dilakukan secara manual, sehingga sangat berpengaruh terhadap keakuratan hasil yang didapat.
2. Perlu adanya penelitian tentang proses kimia yang terjadi antara limestone, air dan udara, yang sangat berpengaruh terhadap kuat tarik pondasi anker.
3. Perlu adanya suatu alat pemadatan tertentu sehingga akan menjamin kepadatan dalam box percobaan menjadi seragam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan serta bantuan hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinmusurv, J.O. 1978. *Horizontally Loaded Vertical Plate Anchore In Sand*, Journal of the Geotechnical Engineering Division, Proceeding of the american Society of Civil Engineers, Vol. 104 No.,GT2.
- Bowles, J.E. dan Silaban, P. 1984. *Analisa dan Disain Pondasi*. Edisi ke 3. Erlangga, Jakarta.
- Craig R.F. dan Susilo S.B. 1987. *Mekanika Tanah*, Edisi ke 4, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., Mochtar, N.E., dan Mochtar, I.S.B. 1995. *Mekanika Tanah*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. 1983. *Advanced Soil Mechanics*. McGraw Hill New York.

- Das, B.M dan Seeley, G.R. 1975. *Breakout Resistance of Shallow Horizontal Anchors*, Journal of the Geotechnical Engineering Division, Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Vol. 101 No.,GT9.
- Das, B.M. dan Seeley, G.R. 1975. *Inclined Load Resistance of anchors in sand*, Journal of the Geotechnical Engineering Division, Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Vol. 101 No.,GT9.
- Holtz and Kovacs. 1981. *An Introduction to Geotechnical Engineering*, New Jersey, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs.
- Kulhawy, F.H. et al. 1983. *Transmission Line Structure Foundation for Uplift/Compression Loading*, Elektrik Power Research Institute, Palo Alto, Calif.
- Murray, E.J. dan Geddes, J.D. 1987. *Uplift of Anchor Plate in Sand*, Journal of Geotechnical Engineering, Vol 113 No. 3, Page 202-215.
- Natazawa, K. dan Sudarsono, S. 1986. *Mekanika Tanah & Pondasi*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta Indonesia, Cetakan ke-2
- Teng, W.C. 1974. *Foundation Design*, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Tjerita, A.A.K.N. 1991. *Studi Daya Dukung Plat Angker Dalam Tanah Pasir Dengan Berbagai macam Gradasi Berdasarkan Percobaan Pembebanan Di Laboratorium*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.