

ARTIKEL ILMIAH
ANALISA PENGARUH BERAT ISI PASIR TERHADAP DAYA DUKUNG
PONDASI DANGKAL BERBENTUK SEGI TIGA DAN LINGKARAN

*Karya ilmiah ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan studi Sarjana (S-1) di
Universitas Pasir Pengaraian*



Disusun Oleh :

SERLY SALIMAH
NIM : 1 1 1 3 0 16

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
2015

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH BERAT ISI PASIR TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DNGKAL BERBENTUK SEGI TIGA DAN LINGKARAN

Karya ilmiah ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan
studi Sarjana (S-1) di Universitas Pasir Pengaraian

Ditetapkan dan disahkan di Universitas Pasir Pengaraian
Pada Tanggal.....bulan.....2015

Oleh :

SERLY SALIMAH
1113016

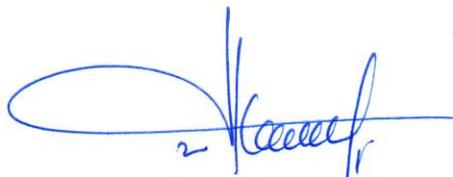


Rismalinda, ST, MT
Pembimbing I



Syahroni, ST, MT
Pembimbing II

Mengetahui



Anton Ariyanto, ST, M. Eng
Ketua Program Studi Teknik Sipil

ANALISA PENGARUH BERAT ISI PASIR TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL BERBENTUK SEGI TIGA DAN LINGKARAN

Serly salimah¹
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Rismalinda, ST, MT²
Syahroni, ST, MT²
Email :

ABSTRAK

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berat isi tanah pasir yang digunakan pada fondasi berbentuk lingkaran dengan ukuran panjang sisi - sisinya 11.30 cm dan 15.20 cm untuk pondasi berbentuk segitiga yang memiliki luas penampang yang sama 100 cm² terhadap penambahan kuat dukung tanah pasir.

Model pondasi yang diletakkan diatas permukaan tanah pasir dengan menggunakan kotak kayu berukuran 100 cm x 100 cm x 100 cm yang terlebih dahulu diisi pasir lapis demi lapis dengan berat isi tanah pasir adalah $\gamma = 1,3890 \text{ gr/cm}^3$ dengan tinggi jatuh pasir 20 cm tanpa ayakan, $\gamma = 1,4570 \text{ kg/cm}^3$ dengan tinggi jatuh pasir 20 cm dengan ayakan no 10, $\gamma = 1,5033 \text{ kg/cm}^3$ dengan tinggi jatuh 30 cm tanpa ayakan, $\gamma = 1,7090 \text{ kg/cm}^3$ dengan tinggi jatuh 30 menggunakan ayakan no 10, $\gamma = 1,8128 \text{ kg/cm}^3$ dengan tinggi jatuh 50 cm tanpa menggunakan ayakan $\gamma = 1,906 \text{ kg/cm}^3$ dengan menggunakan ayakan no 10 dari perhitungan tersebut didapat daya dukung pondasi yang paling tinggi dengan tinggi jatuh 50 cm menggunakan ayakan no 10. diberi Terzaghi dan metode Vesic. Kemudian mengetahui daya dukung tekan yang interpretasinya dihitung dengan metode grafis yaitu Metode Chin.

Percobaan ini dilakukan dan didapat kesimpulan menghitung berat isi juga menentukan daya dukung pondasi demikian juga dengan berat isi dari tanah pasir.

Kata Kunci: *Menghitung berat isi supaya tahu kekuatan daya dukung pada pondasi dangkal segitiga dan lingkaran*

ANALYSIS OF EFFECT OF HEAVY SAND CONTENT OF POWER SUPPORT SHALLOW FOUNDATION TRIANGULAR AND CIRCLE

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the effect of soil bulk density of sand used in the foundation of a circle with a length of sides - sides 11.30 cm and 15.20 cm for a triangular foundation which has the same cross-sectional area of 100 cm² for a strong increase soil bearing sand.

Model foundation of sand placed on the soil surface using a wooden box measuring 100 cm x 100 cm x 100 cm are first filled with sand layer by layer with a bulk density of sand soil is $\gamma = 1.3890 \text{ gr / cm}^3$ with a height of 20 cm without falling sand sieve, $\gamma = 1.4570 \text{ kg / cm}^3$ with a height of 20 cm fell in the sand with a sieve number 10, $\gamma = 1.5033 \text{ kg / cm}^3$ with a height of fall of 30 cm without sieve, $\gamma = 1.7090 \text{ kg / cm}^3$ with a height of fall 30 using sieve number 10, $\gamma = 1.8128 \text{ kg / cm}^3$ with a height of fall of 50 cm without using sieve, $\gamma = 1.906 \text{ kg / cm}^3$ by using a sieve number 10 from the calculation of the carrying capacity of the foundation obtained the highest with a height of fall of 50 cm using a sieve number 10 . given Terzaghi and method of carrying press Vesic. Then know which interpretation is calculated by graphical methods, namely Methods Chin.

These trials were conducted and the conclusions obtained calculate the weight of the content also determines the carrying capacity of the foundation as well as the bulk density of sandy soil.

Keywords: *Calculating the weight of the contents in order to know the strength of the bearing capacity of shallow foundation triangles and circles*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pasir adalah salah satu jenis tanah yang ada sebagai dasar dari pondasi untuk kita mendirikan sebuah bangunan. Dimana pasir adalah tanah yang termasuk berbutir halus dan memiliki angka pori rendah dan kerapatan relative tinggi menyebabkan susunan tidak bisa padat. Pasir adalah material yang membutuhkan pemadatan sehingga meapatkan perhatian tentang berat isi yang ada pada penelitian ini. Dengan ini membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui berat isi tanah supaya didapat benyuk pondasi yang paling efektif dalam membangun suatu bangunan.

2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kapasitas daya dukung maksimal, mengetahui bentuk fondasi segitiga dan lingkaran yang paling efektif dan hubungan dengan berat isi dari pasir sebagai bahan uji dan membandingkan hasil pengujian kapasitas fondasi dangkal dengan beberapa metode analisis yang ada.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh berat isi terhadap kapasitas dukung tanah, mengetahui pengaruh dari bentuk terhadap kapasitas dukung tanah serta dapat dijadikan sebagai bahan referensi dalam pemilihan bentuk fondasi untuk membangun suatu bangunan.

3. Landasan Teori

a. Pasir

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (loose), yang terletak diatas batuan dasar (bedrock). Ikatan antara butiran yang relaiif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zatorganik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruangdiantara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukanbatuan atau proses geologi lainnya yang terjadi didekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupunkimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel – partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca.

Pondasi harus memenuhi persyaratan dasar :

- 1) Faktor keamanan terhadapkeruntuhan geser dari tanah pendukung harus memadai, biasanya sebesar 2,5 sampai 3
- 2) Penurunan pondasi dapat terjadi dalam batas toleransi dan penurunan sebagian(differential settlement) tidak boleh menyebabkan kerusakan serius atau mempengaruhi fungsi struktur.

b. Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Dangkal

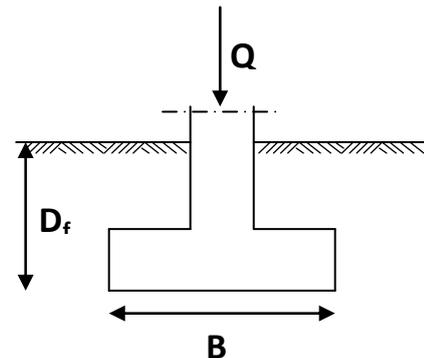
Analisis kapasitas dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban beban struktur yang bekerja diatasnya. Kapasitas dukung dari fondasi adalah kapasitas yang menyatakan tahanan geser tanah dalam melawan penurunan akibat beban yang berada diatasnya dan meneruskan ke tanah.

Didalam teknik pondasi analisa yang digunakan adalah analisa yang dikaitkan dengan sifat-sifat tanah serta bentuk bidang keruntuhanannya. Caramenghitung besarnya kapasitas dukung tanah fondasi dangkal, yang paling terkenal dikemukakan oleh Terzaghi (1943) kemudian disusul oleh yang lainnya seperti Mayerhof (1955), De Beer and Vesic (1958), Hansen, Ohsaki, dan lain-lain.

Terdapat dua klasifikasi fondasi, yaitu fondasi dangkal dan pondasi dalam (Hardiyatmo, 2002). Pengertian dari fondasi dangkal sampai sekarang ini masih sulit didefinisikan dengan

jelas, karena dalam menginterpretasikannya tergantung dari masing- masing ahli tanah. Sebagai contoh fondasi dangkal menurut Terzaghi (1943) dalam Das (2004) adalah :

1. Apabila kedalaman pondasi lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi, maka pondasi tersebut bisa dikatakan sebagai pondasi dangkal.
2. Anggapan bahwa penyebaran tegangan pada struktur pondasi ke lapisan tanah di bawahnya yang berupa lapisan penyangga lebih kecil atau samadengan lebar pondasi ke lapisan tanah dibawahnya yang berupa lapisan penyangga lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi.



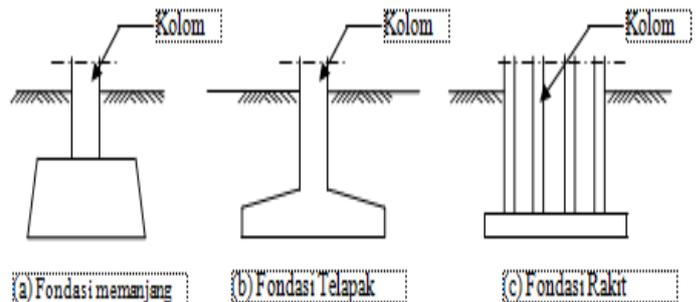
Gambar 1. Pondasi dangkal

dengan :

- Q = Beban aksial total yang bekerja pada dasar Pondasi
 D_f = Kedalaman Pondasi dari permukaan tanah
 B = Lebar Pondasi

Pada umumnya fondasi dangkal berupa :

1. Pondasi telapak, yaitu fondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom.
2. Pondasi memanjang, yaitu fondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat, sehingga bila dipakai fondasi telapak sisi – sisinya akan berimpit satu sama lain.
3. Pondasi rakit (*Raft Foundation* atau *mat foundation*), yaitu fondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai fondasi telapak, sisi – sisinya akan berimpit satu sama lain.



Gambar 2. Macam- Macam Tipe Pondasi Dangkal

a. Analisis Terzaghi

Analisis kapasitas dukung didasarkan kondisi general shear failure, yang dikemukakan Terzaghi (1943) dengan anggapan-anggapan sebagai berikut:

1. Tahanan geser yang melewati bidang horisontal di bawah pondasi diabaikan
2. Tahanan geser tersebut digantikan oleh beban sebesar $q = \gamma \cdot D_f$
3. Membagi distribusi tegangan di bawah pondasi menjadi tiga bagian
4. Tanah adalah material yang homogen, isotropis dengan kekuatan gesernya yang mengikuti hukum Coulumb.

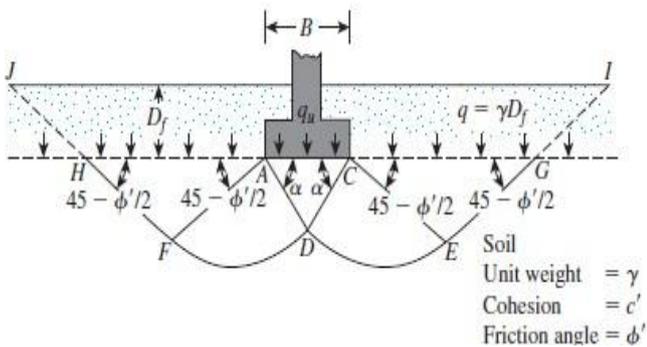
$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \dots \dots \dots (1.1)$$

dimana :

- τ = tahanan geser
- c = kohesi tanah
- σ = tahanan normal
- ϕ = sudut geser dalam tanah

5. Untuk pondasi menerus penyelesaian masalah seperti pada analisa dua dimensi

Analisa distribusi tegangan di bawah dasar pondasi menurut teori Terzaghi, dimana bidang keruntuhan dibagi menjadi 3 (tiga) zona keruntuhan yaitu:



Gambar 3. Analisa distribusi tegangan di bawah pondasi menurut teori Terzaghi (1943)

Terzaghi (1943), memberikan beberapa rumus sesuai dengan bentuk geometri pondasi tersebut. Rumus-rumus yang dimaksud antara lain:

1. Untuk tanah dengan keruntuhan geser umum (*general shear failure*)
 - a. Kapasitas daya dukung pondasi menerus dengan lebar B
 $q_u = c N_c + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma \dots \dots \dots (1.2)$
 - b. Kapasitas daya dukung pondasi lingkaran dengan jari-jari R
 $q_u = 1,3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0,6 \gamma R N_\gamma \dots \dots \dots (1.3)$
 - c. Kapasitas daya dukung pondasi bujur sangkar dengan sisi B
 $q_u = 1,3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma \dots \dots \dots (1.4)$
 - d. Kapasitas daya dukung pondasi segi empat (B x L)
 $q_u = c N_c (1 + 0,3 B/L) + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma (1-0,2 B/L) \dots \dots \dots (1.5)$

dimana :

- q_u = daya dukung maksimum
- c = kohesi tanah

- γ = berat isi tanah
- B = lebar pondasi (= diameter untuk pondasi lingkaran)
- L = panjang pondasi
- D_f = kedalaman pondasi

N_c ; N_q ; N_γ adalah faktor daya dukung yang besarnya dapat ditentukan dengan memakai rumus-rumus sebagai berikut

$$N_c = \cot \phi \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan \phi}}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} - 1 \right] = \cot \phi (N_q - 1) \dots \dots (1.6)$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan \phi}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)} \dots \dots \dots (1.7)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_p \gamma}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi \dots \dots \dots (1.8)$$

dimana:

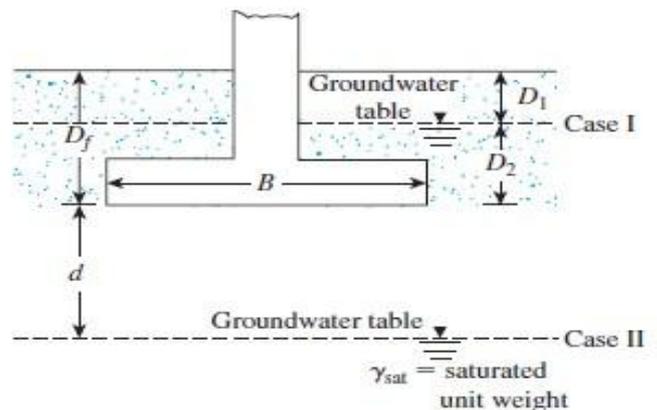
- $K_p \gamma$ = koefisien tekanan tanah pasif

2. Untuk tanah dengan keruntuhan geser setempat (*local shear failure*)

Untuk harga c diganti $c' = 2/3 c$ dan harga ϕ diganti $\phi' = \tan^{-1} (2/3 \tan \phi)$. Dari nilai c' dan ϕ' didapatkan faktor-faktor daya dukung untuk kondisi keruntuhan lokal: N'_c ; N'_q ; N'_γ

- a. Kapasitas daya dukung pondasi menerus dengan lebar B
 $q'_u = c' N'_c + \gamma D_f N'_q + 1/2 \gamma B N'_\gamma \dots \dots \dots (1.9)$
- b. Kapasitas daya dukung pondasi lingkaran dengan jari-jari R
 $q'_u = 1,3 c' N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,6 \gamma R N'_\gamma \dots \dots \dots (1.10)$
- c. Kapasitas daya dukung pondasi bujur sangkar dengan sisi B
 $q'_u = 1,3 c' N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,4 \gamma B N'_\gamma \dots \dots \dots (1.11)$
- d. Kapasitas daya dukung pondasi persegi empat (B x L)
 $q'_u = c' N'_c (1 + 0,3 B/L) + \gamma D_f N'_q + 1/2 \gamma B N'_\gamma (1-0,2.B/L) \dots \dots \dots (1.12)$

3. Pengaruh Permukaan Air Tanah Terhadap Kapasitas Dukung



Gambar 4. Perubahan kapasitas dukung adanya beda tinggi muka air tanah

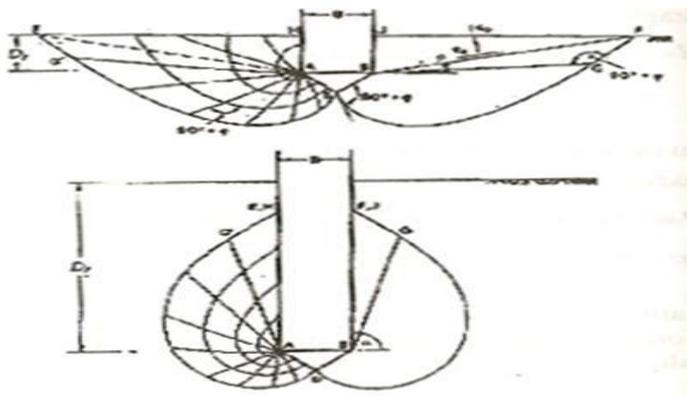
Terdapat tiga keadaan pengaruh muka air tanah (*ground water table*) terhadap kapasitas dukung, seperti yang ditunjukkan pada.

a. Kasus I : jika letak muka air tanah, $0 < D_1 \leq D_f$:
 $q = D_1 \cdot \gamma + D_2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$ dan nilai γ dibawah pondasi menjadi : $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$(1.13)

b. Kasus II : jika letak muka air tanah, $0 < d \leq B$:
 $q = \gamma \cdot D_f$ dan nilai γ dibawah pondasi menjadi :
 $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$ (1.14)

c. Kasus III : jika letak muka air tanah, $d \geq B$:
 Muka air tanah tidak berpengaruh terhadap kapasitas dukung tanah.

b. Analisis Meyerhof
 Analisa daya dukung Mayerhof (1955) menganggap sudut baji β (sudut antara bidang AD atau BD terhadap arah horisontal) tidak sama dengan nilai ϕ , dan nilai $\beta > \phi$. Akibatnya bentuk baji lebih memanjang ke bawah bila dibandingkan dengan analisis Terzaghi. Zona keruntuhan berkembang dari dasar fondasi, ke atas sampai mencapai permukaan tanah. Jadi tahanan geser di atas dasar fondasi diperhitungkan.



Gambar 5. Keruntuhan kapasitas dukung analisis Meyerhof

Meyerhof (1963) memberikan persamaan daya dukung dengan mempertimbangkan bentuk fondasi, kemiringan beban dan kuat geser tanah di atas dasar fondasinya, sebagai berikut:

$$q_{ult} = s_c d_c i_c c N_c + s_q d_q i_q p_o N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma 0,5 \gamma B' N_\gamma \dots (1)$$

dimana :

- q_{ult} = daya dukung ultimit
- $N_c, N_q, \text{ dan } N_\gamma$ = faktor daya dukung untuk pondasi memanjang
- s_c, s_q, s_γ = faktor-faktor bentuk fondasi (tabel 4a)
- d_c, d_q, d_γ = faktor-faktor kedalaman pondasi (tabel 4b)
- i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban (tabel 4c)
- B' = lebar pondasi efektif
- D_f = kedalaman pondasi
- γ = berat volume tanah
- $P_o = D_f \cdot \gamma$ = tekanan *overburden* pada dasar pondasi

Faktor-faktor daya dukung yang diberikan oleh Meyerhof (1963) dan Hansen (1970) hampir sama, yaitu:

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg } \phi \dots (2a)$$

$$N_q = \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2) e^{(\pi \text{tg } \phi)} \dots (2b)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg}(1,4\phi) \text{ (Meyerhof, 1963)} \dots (2c)$$

Nilai-nilai faktor daya dukung untuk fondasi memanjang dan bujur sangkar atau lingkaran dari Meyerhof dapat dilihat pada Gambar 5. sedang tabel 3 menunjukkan nilai-nilai kapasitas dukung tanah untuk fondasi memanjang dari usulan-usulan Mayerhof (1963), dan sekaligus peneliti-peneliti lain, seperti : Brinch Hansen (1961) dan Vesic (1973) Faktor bentuk. Nilai-nilai factor kapasitas dukung fondasi bujursangkar lebih besar daripada fondasi memanjang. untuk fondasi empat persegi panjang analisis Meyerhof (1963), diperoleh dari interpolasi antara fondasi memanjang dan bujur sangkar.

Meyerhof (1963) mengamati bahwa *sudut geser dalam* (ϕ') dalam pengujian laboratorium untuk jenis pengujian *plane strain* pada tanah granuler kira-kira lebih besar 10% daripada nilai (ϕ') dari pengujian triaksial. Oleh karena itu, untuk fondasi empat persegi panjang yang terletak pada tanah granuler, seperti pasir dan kerikil, Meyerhof menyarankan untuk menggunakan koreksi *sudut gesek dalam* :

$$\phi_r' = (1,1 - 0,1B/L) \phi_t' \dots (4)$$

dengan :

- ϕ_r' = *sudut gesek dalam* yang digunakan untuk menentukan faktor daya dukung.
- ϕ_t' = *sudut gesek dalam* tanah dari pengujian triaksial kompresi.

c. Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Dari Pengujian Metode Chin

Berdasarkan anggapan bahwa hanya terjadi deformasi geser dan bahwa kurva beban-penurunan adalah bentuk hiperbola maka grafik $\Delta/Q_{va} - \Delta$ merupakan garis lurus yang miring letaknya. Berdasarkan Qult merupakan inverse slope dari garis tersebut yaitu Δ dibagi Δ/Q_{va} .

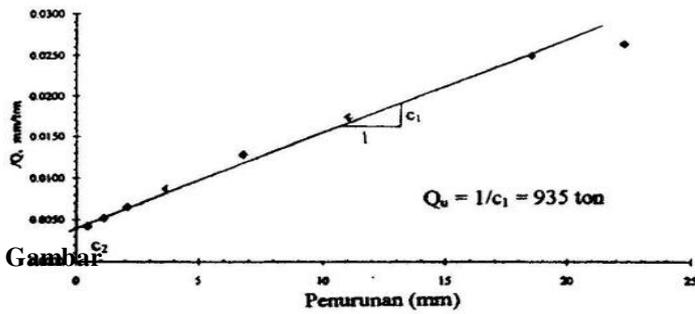
- a. Gambarkan s/Q terhadap Δ , dimana s adalah penurunan s/Q adalah beban yang diterapkan
- b. Beban ultimit (Q_{ult}) = $1/C$ Gambar 2.12 menjelaskan istilah – istilah tersebut

Perhitungan beban ultimit dari pondasi tiang menggunakan Metode Chin adalah sebagai berikut :

- a. Gambarkan kurva antara rasio penurunan terhadap beban (s/Q)
- b. Tarik garis lurus yang mewakili titik-titik yang telah digambarkan, dengan persamaan garis tersebut adalah $s/Q = c_1 \cdot s + c_2 \dots (2.30)$

dimana :

- s = penurunan
- Q = penambahan beban
- C_1 = Kemiringan garis lurus
- c. c_1 dihitung dari persamaan garis atau dari kemiringan garis lurus yang telah ditentukan
- d. Beban ultimit adalah $1/c_1$



Gambar 6. Interpretasi beban ultimit Metode Chin.

Kegagalan metode chin dapat digunakan dalam tes beban, baik dengan cepat maupun dengan lambat. Biasanya memberikan perilaku yang tidak realistic untuk kegagalan beban, jika tidak digunakan suatu kenaikan waktu yang konstan pada uji tiang. Disetiap kemajuan tes beban statis, keruntuhan tiang akan bertambah maka garis chin akan menunjukkan suatu titik temu, sebab itu direncanakan tiap pembacaan metode Chin perlu dipertimbangkan. Dimana chin memperhatikan batasan beban yang diregresikan linear yang mendekati 1(satu) dalam mengambil suatu hasil tes bebas statis dengan dasar nilai – nilai yang ditentukan dari dua cara yang telah disebutkan.

d. Macam – Macam Tipe Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya.

Pondasi akan aman apabila :

1. Penurunan (settlement) tanah yang disebabkan oleh beban pondasi masih dalam batas yang di ijinakan
2. Tidak terjadi keruntuhan geser pada tanah dasar pondasi

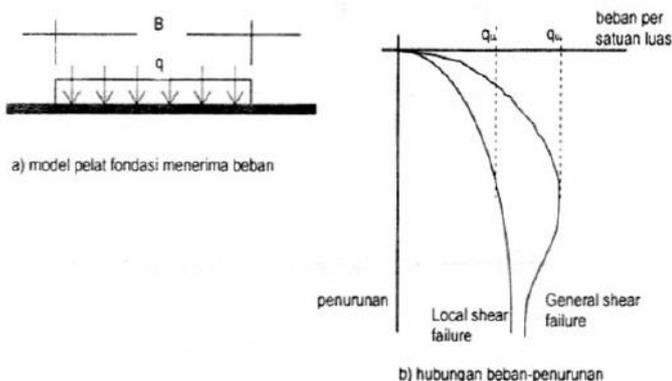
Dalam perencanaan pondasi gedung atau bangunan lain, ada 2 (dua) hal utama yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Daya dukung yaitu apakah tanah yang bersangkutan cukup kuat untuk menahan beban pondasi tanpa terjadi keruntuhan akibat menggeser (*shear failure*). Hal ini tergantung dari kekuatan geser tanah.
2. Penurunan yang akan terjadi, hal ini tergantung dari jenis atau macam tanah.

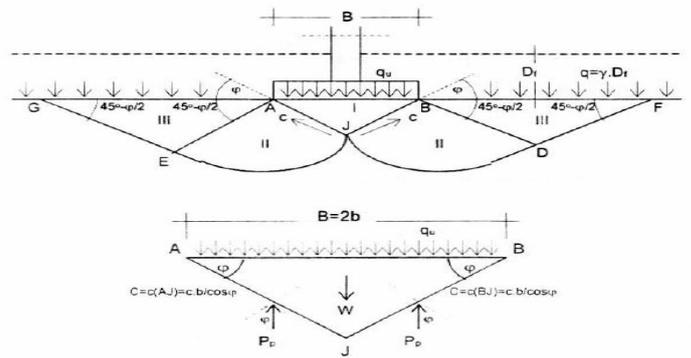
Perancangan yang seksama diperlukan agar beban pondasi tidak mengakibatkan timbulnya tekanan yang berlebihan ke tanah di bawahnya, karena tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan yang besar bahkan dapat mengakibatkan keruntuhan pondasi.

Mekanisme keruntuhan berdasarkan hasil uji model :

1. Keruntuhan geser umum
2. Keruntuhan geser local
3. Keruntuhan penetrasi



Gambar 7. Hubungan beban dan penurunan



Gambar 8. Skema beban analisis Terzaghi

e. Daya Dukung Tanah.

Kapasitas/daya dukung tanah(bearing capacity) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui fondasi. Kapasitas/Daya Dukung tanah batas ($q_u = q_{ult} = \text{ultimate bearing capacity}$) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling pondasi.

Konsep perhitungan daya dukung batas tanah dan bentuk keruntuhan geser dalam dapat dilihat dalam model fondasi menerus dengan lebar (B) yang diletakkan pada permukaan lapisan tanah pasir padat (tanah yang kaku) seperti pada Gambar 3a, apabila beban terbagi rata (q) tersebut ditambah, maka penurunan fondasi akan bertambah pula. Bila besar beban terbagi rata $q = q_u$ ($q_u = \text{daya dukung tanah batas}$) telah dicapai, maka keruntuhan daya dukung akan terjadi, yang berarti fondasi akan mengalami penurunan yang sangat besar tanpa penambahan beban q lebih lanjut seperti Gambar 3b Hubungan antara beban dan penurunan. Untuk keadaan ini, q_u didefinisikan sebagai daya dukung batas dari tanah.

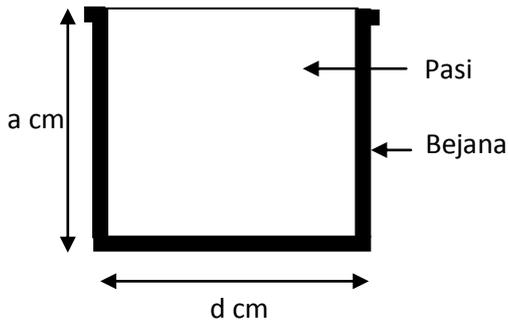
METODE PENELITIAN

a. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan pasir urug dari Desa Tanjung Belit Kabupaten Rokan Hulu Propinsi Riau. Untuk tapak pondasi digunakan plat baja yang berukuran 10 cm x 10 cm dengan ketebalan 9 mm. Semua bahan plat dibuat dengan luas yang sama, yaitu 100 cm². Bentuk plat yang akan dibuat adalah berbentuksegi tiga dan lingkaran (Gambar 7). Dan untuk menambah variasi bentuk maka lingkaran diberi penambahan kaki dengan panjang masing-masing kaki (h) 10% x B, 25% x B dan 50% x B.

b. Alat Penelitian

Untuk beban yang sederhana. Penurunan tanah diukur menggunakan dial penurunan (*dial gauge*). Bak pengujian mempunyai dimensi 100 x pembebanan 100 x 100 cm(panjang x lebar x tinggi).



Gambar 9. Bejana Pengujian

Pengujian dibagi menjadi tiga (3) tahap yaitu :

1. Pengujian pendahuluan
 - a. Analisa Saringan
 - b. Kadar Air Tanah
 - c. Berat Isi Tanah
2. Pengujian utama.
 - a. Pengujian atau verifikasi kestabilan, kekuatan alat dan kepadatan pasir dalam bak uji
 - b. Pengujian utama meliputi pengujian kapasitas dukung beberapa variasi fondasi dangkal.

c. Metode Pengujian

1. Pengujian Pendahuluan

Pengujian pendahuluan berisikan beberapa pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat – sifat dari tanah pasir yang kita gunakan seperti pengujian kadar air tanah (water content), berat isi, analisa saringan, dan berat jenis tanah.

a. Analisa Saringan

Sifat-sifat fisik material tanah pasir dapat dilihat dari ukuran butirnya. Dengan mengetahui pembagian besarnya butir maka dapat ditentukan klasifikasi tanah pasir atau deskripsinya. Dalam percobaan ini untuk mengetahui klasifikasi material tanah pasir yang digunakan adalah dengan melakukan pengujian analisisaringan (*sieve analysis*). Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan distribusi butir-butir tanah (gradasi) dengan menggunakan saringan.

Peralatan yang digunakan :

1. Neraca digital dengan ketelitian 0,01 gram.
2. Satu set saringan
3. Mangkok / Cawan.
4. Kuas dan lain sebagainya

b. Pengujian Kadar Air

Percobaan ini bertujuan untuk menghitung kadar air dalam tanah yakni perbandingan berat isi air tanah dengan berat tanah kering.

Peralatan :

1. Krus
2. Neraca dengan ketelitian 0.1
3. Oven
4. Benda uji yang terdiri dari sampel tanah terganggu dan tidak terganggu

c. Pengujian Berat Jenis

Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperatur dan volume yang sama. Berat jenis tanah ini kemudian kita gunakan untuk menentukan sampel tanah yang diuji tersebut termasuk pada jenis tanah tertentu.

Berat isi butir tanah:

Perbandingan antara butir tanah dengan volume butir tanah.

Berat isi air :

Perbandingan antara berat air dengan volume air

Tujuan :

Test ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis dari sampel tanah yang akan diuji

Peralatan :

1. Piknometer kapasitas 50 ml
2. Saringan
3. Neraca ketelitian 0,01 gram
4. Kompor/tungku listrik (hot plate)
5. Oven (110 ± 5)C
6. Botol air suling
7. Bak perendam
8. termometer

2. Pengujian utama

a. Pengujian Berat Isi

Alat yang digunakan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.01
2. Bejana
3. Ayakan no. 10
4. Penggaris

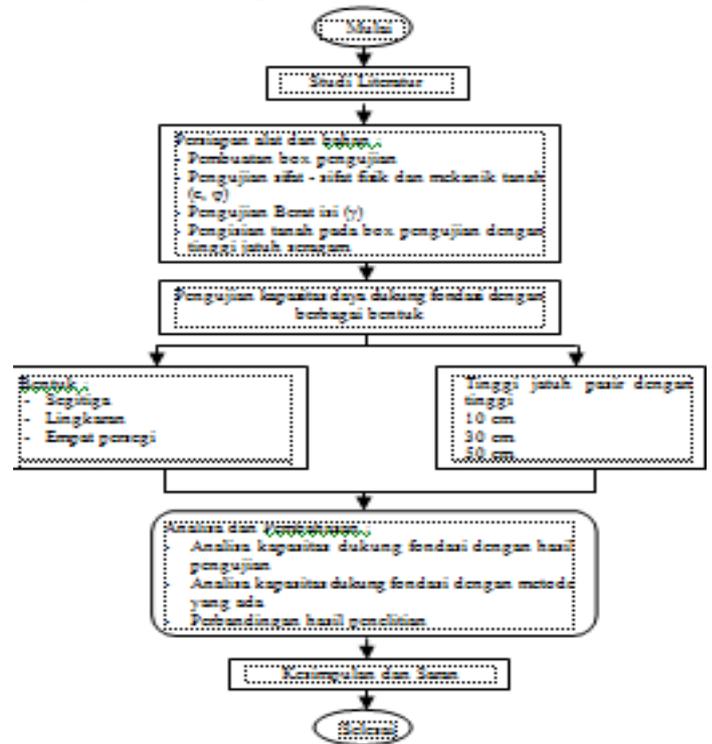
Benda Uji :

Pasir yang akan digunakan dalam penelitian

b. Pengujian Daya Dukung Pondasi

Pasir yang telah siap untuk uji pembebanankemudian dimodelkan sesuai ketentuan yang telahditetapkan sebelumnya. Model fondasiyaitu segi tiga, lingkaran dengan luas penampang yang sama yaitu 100 cm² dan diiletakkan padakedalaman yang telah ditentukan. Setiap pelat dilakukan pengujian secara bergantian, dengan tahap pembebanan dengan menggunakan dongkrak hidrolis.Selama pengujian, penambahan beban dilakukan secara bertahapsampai terjadi keruntuhan.Pengujian ini dilakukan pada pondasi segi tiga, lingkaran dan empat persegi.Pengujian ini dilakukan satu persatu terhadap setiap bentuk podasi agar didapat daya dukung pada pondasi tersebut.

d. Bagan alur aliran penelitian :



Gambar 10. Bagan aliran penelitian

ANALISA DAN HASIL PERCOBAAN

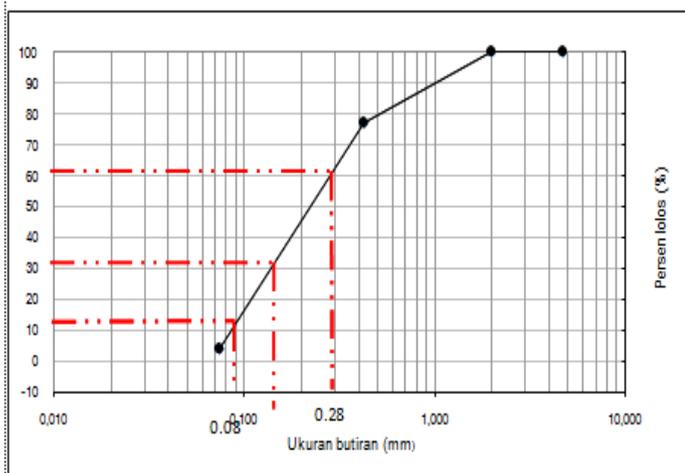
1. Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan adalah percobaan untuk menentukan karakteristik dari tanah pasir yang kita gunakan pada percobaan ini dimana nilai dari karakteristik ini berguna untuk menentukan daya dukung dari tanah pasir tersebut.

1. Analisa Saringan (ASTM D2487)

Sifat-sifat fisik material tanah pasir dapat dilihat dari ukuran butirnya. Dengan mengetahui pembagian besarnya butir maka dapat ditentukan klasifikasi tanah pasir atau deskripsinya. Dalam percobaan ini untuk mengetahui klasifikasi material tanah pasir yang digunakan adalah dengan melakukan pengujian analisa saringan (*sieve analysis*). Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan distribusi butir-butir tanah (gradasi) dengan menggunakan saringan.

Pengujian sifat-sifat fisik terhadap sampel material tanah pasir yaitu pengujian analisa saringan (*sieve analysis*) menghasilkan diagram distribusi ukuran butiran seperti pada gambar 5.1. Selanjutnya dari grafik dapat ditentukan nilai koefisien keseragaman (*coefficient of uniformity*) C_u dan koefisien gradasi (*coefficient of gradation*) C_c , yang menghasilkan nilai-nilai :



Gambar 11. Koefisien Keseragaman

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad ; \quad C_u = \frac{0,28}{0,089} = 3,182$$

dan koefisien kelengkungan (*coefficient of curvature*) C_c

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_c = \frac{(0,125)^2}{(0,28)(0,089)} = 0,913$$

Dari data diatas didapat hasil bahwa jenis pasir yang diuji memiliki $1 < C_c < 3$, dan $C_u < 6$ berdasarkan ASTM 2000 (*Unified Soil Clasification*) adalah termasuk dalam klasifikasi SP (*Poorly Graded Sand*) atau pasir dengan pembagian ukuran butiran yang buruk, meskipun C_c sudah masuk dalam katagori.

2. Kadar Air tanah (ASTM D2216)

Kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat tanah dalam keadaan kering yang dinyatakan dalam persen (%). Dari hasil pengujian didapat persamaan berikut :

$$w = \frac{WW - DW}{DW - TW} \times 100\%$$

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

dalam hal ini :

WW = berat pasir dalam keadaan kering angin + cawan (gram)

DW = berat pasir dalam keadaan kering oven+ cawan (gram)

TW = berat cawan (gram)

Ww = berat air (gram)

Ws = berat butir pasir (gram)

Tabel 1. Pemeriksaan kadar air pada pasir

PEMERIKSAAN		PASIR					
		I	II	III	IV	V	VI
Berat cawan	W1 (gram)	150	152	153	179	175	85
Berat cawan + benda uji	W3 = W2 - W1	350	352	353	379	375	285
Berat benda uji	w4 (gram)	200	200	200	200	200	200
Berat cawan + benda uji kering oven	W5 (gram)	346	350	350	376	372	281
Berat benda uji kering oven		196	198	197	197	197	196
Kadar air	%	2	1	1,5	1,5	1,5	2
Kadar air rata - rata (%)	%	1,58					

Jadi dari hasil diatas didapat kadar air rata – rata pada pasir adalah 1.58% dari enam benda uji yang digunakan.

2. Berat Isi Tanah (ASTM D2049)

Berat isi tanah adalah perbandingan antara berat tanah dengan volumenya dalam keadaan asli di lapangan. Berat isi dapat digunakan untuk mencari berat isi kering pada percobaan pemadatan tanah. Semakin besar berat isi kering tanah maka tingkat kepadatannya semakin tinggi.

Untuk menghitung berat isi tanah digunakan rumus :

$$\gamma = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

γ = berat isi tanah (gr/cm³)

Ws = Berat butir tanah (gr)

V = voume tanah (cm³)

Percobaan berat isi pasir dilakukan dengan ketinggian jatuh yang berbeda-beda dari ketinggian 20 cm, 30cm dan 50 cm. percobaan ini dilakukan berulang kali untuk mendapatkan berat isi rata-rata dari ketinggian jauh yang telah ditentukan seperti pada data hasil percobaan dibawah ini :

Tabel 2. Pengujian tinggi jatuh dengan ketinggian 20 cm tanpa ayakan

No.	Tinggi wadah (cm)	Diameter wadah (cm)	Berat wadah (gr)	Volume wadah (cm ³)	Brt pasir + wadah (gr)	Berat pasir-wadah (gr)	Brt rata2 (gr)	Brt rata2/vol (gr/cm ³)	Brt msg/vol
1	14.75	15.21	1936	2678.67	5563	3627	3721.4	1.39	1.3540
2	14.75	15.21	1936	2678.67	5585	3649	3721.4	1.39	1.3622
3	14.75	15.21	1936	2678.67	5675	3739	3721.4	1.39	1.3958
4	14.75	15.21	1936	2678.67	5692	3756	3721.4	1.39	1.4022
5	14.75	15.21	1936	2678.67	5772	3836	3721.4	1.39	1.4321
						18607		Rata-rata	1.3890

Tabel 3. Pengujian tinggi jatuh dengan ketinggian 30 cm tanpa ayakan

No.	Tinggi wadah (cm)	Diameter wadah (cm)	Berat wadah (gr)	Volume wadah (cm ³)	Berat pasir + wadah (gr)	Berat pasir-wadah (gr)	Brt rata2 (gr)	Brt rata2/vol (gr/cm ³)	Brt msg/vol
1	14.75	15.21	1936	2678.67	5717	3781	3904.4	1.457	1.4115
2	14.75	15.21	1936	2678.67	5845	3909	3904.4	1.457	1.4593
3	14.75	15.21	1936	2678.67	5830	3894	3904.4	1.457	1.4537
4	14.75	15.21	1936	2678.67	5850	3914	3904.4	1.457	1.4612
5	14.75	15.21	1936	2678.67	5960	4024	3904.4	1.457	1.5022
						19522		Rata-rata	1.4575

Tabel 4. Pengujian tinggi jatuh dengan ketinggian 50 cm tanpa ayakan

No.	Tinggi wadah (cm)	Diameter wadah (cm)	Berat wadah (gr)	Volume wadah (cm ³)	Berat pasir + wadah (gr)	Berat pasir-wadah (gr)	Brt rata2 (gr)	Brt rata2/vol (gr/cm ³)	Brt msg/vol
1	14.75	15.21	1936	2678.67	5977	4041	4028.4	1.503	1.5086
2	14.75	15.21	1936	2678.67	5912	3976	4028.4	1.503	1.4843
3	14.75	15.21	1936	2678.67	5906	3970	4028.4	1.503	1.4821
4	14.75	15.21	1936	2678.67	5990	4054	4028.4	1.503	1.5134
5	14.75	15.21	1936	2678.67	6037	4101	4028.4	1.503	1.5310
						20142		Rata-rata	1.5033

Tabel 5. Pengujian tinggi jatuh dengan ketinggian 20 cm dengan ayakan no 10

No.	Tinggi wadah (cm)	Diameter wadah (cm)	Berat wadah (gr)	Volume wadah (cm ³)	Berat pasir + wadah (gr)	Berat pasir-wadah (gr)	Brt rata2 (gr)	Brt rata2/vol (gr/cm ³)	Brt msg/vol
1	14.75	15.21	1936	2678.67	6484	4548	4578	1.709	1.6979
2	14.75	15.21	1936	2678.67	6692	4756	4578	1.709	1.7755
3	14.75	15.21	1936	2678.67	6385	4449	4578	1.709	1.6609
4	14.75	15.21	1936	2678.67	6433	4497	4578	1.709	1.6788
5	14.75	15.21	1936	2678.67	6576	4640	4578	1.709	1.7322
						22890		Rata-rata	1.7090

Tabel 6. Pengujian tinggi jatuh dengan ketinggian 30 cm dengan ayakan no 10

No.	Tinggi wadah (cm)	Diameter wadah (cm)	Berat wadah (gr)	Volume wadah (cm ³)	Berat pasir + wadah (gr)	Berat pasir-wadah (gr)	Brt rata2 (gr)	Brt rata2/vol (gr/cm ³)	Brt msg/vol
1	14.75	15.21	1936	2678.67	6484	4548	4578	1.709	1.6979
2	14.75	15.21	1936	2678.67	6692	4756	4578	1.709	1.7755
3	14.75	15.21	1936	2678.67	6385	4449	4578	1.709	1.6609
4	14.75	15.21	1936	2678.67	6433	4497	4578	1.709	1.6788
5	14.75	15.21	1936	2678.67	6576	4640	4578	1.709	1.7322
						22890		Rata-rata	1.7090

Tabel 7. Pengujian tinggi jatuh dengan ketinggian 50 cm dengan ayakan no 10

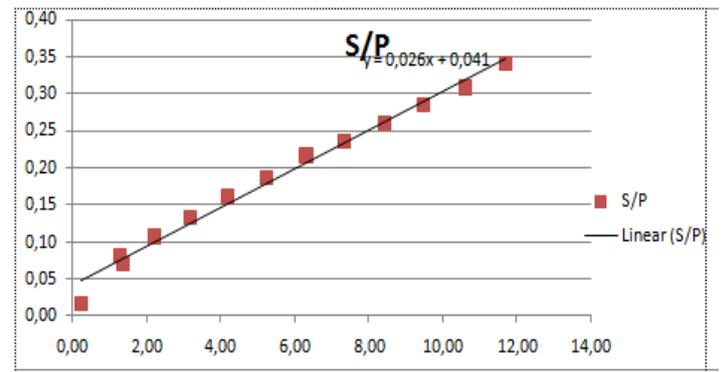
No.	Tinggi wadah (cm)	Diameter wadah (cm)	Berat wadah (gr)	Volume wadah (cm ³)	Berat pasir + wadah (gr)	Berat pasir-wadah (gr)	Brt rata2 (gr)	Brt rata2/vol (gr/cm ³)	Brt msg/vol
1	14.75	15.21	1936	2678.67	6941	5005	5107.6	1.906	1.8685
2	14.75	15.21	1936	2678.67	7004	5068	5107.6	1.906	1.8920
3	14.75	15.21	1936	2678.67	7107	5171	5107.6	1.906	1.9304
4	14.75	15.21	1936	2678.67	7098	5162	5107.6	1.906	1.9271
5	14.75	15.21	1936	2678.67	7068	5132	5107.6	1.906	1.9159
						25538		Rata-rata	1.9067

b. Daya Dukung Pondasi Menurut Metode Terzaghi Dan Mayerhoff

a. Analisa Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Metode Terzaghi (1943)

Tabel 8. Daya dukung pondasi menurut teori terzaghi dan mayerhoff

No	Berat	Pondasi Lingkaran Terzaghi	Pondasi Segitiga Mayer
1	1.389	0.1646	0.4361
2	1.547	0.1727	0.4159
3	1.5033	0.1728	0.4291
4	1.709	0.2025	0.4879
5	1.8128	0.2148	0.5175
6	1.9067	0.266	0.544

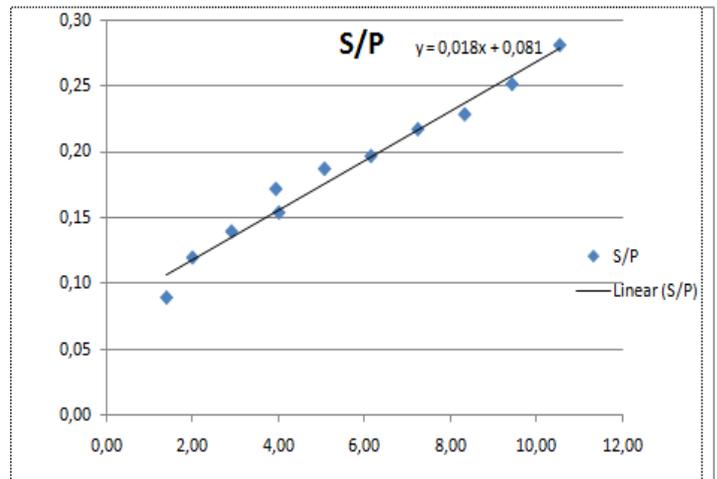


Gambar 13. Daya dukung pondasi dangkal bentuk segitiga

Untuk pondasi segitiga yang dilakukan percobaan daya dukung dilaboratorium didapat daya dukungnya sebesar $q_u = 1/0.0262 = 38.1679 \text{ kg/cm}^2$

Tabel 10. Daya dukung tanah hasil penelitian pada pondasi dangkal bentuk lingkaran

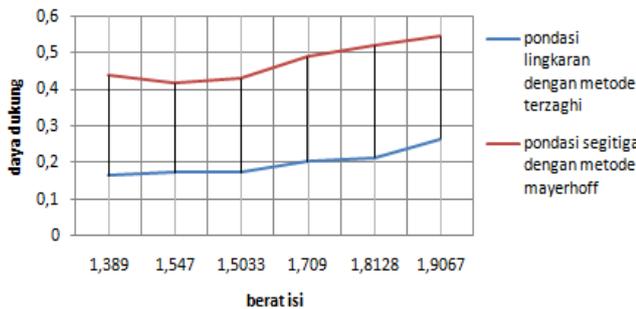
LINGKARAN		
TURUN(S)	KG/CM ² (P)	S/P
1.39	15.60	0.09
1.99	16.64	0.12
2.90	20.80	0.14
3.93	22.88	0.17
4.00	26.00	0.15
5.06	27.04	0.19
6.14	31.20	0.20
7.23	33.28	0.22
8.32	36.40	0.23
9.42	37.44	0.25
10.53	37.44	0.28



Gambar 14. Grafik daya dukung pondasi dangkal bentuk Lingkaran

Untuk pondasi Lingkaran yang dilakukan percobaan daya dukung dilaboratorium didapat daya dukungnya sebesar $q_u = 1/0.0187 = 53.4759 \text{ kg/cm}^2$.

grafik daya dukung menurut berat isi



Gambar 12. Grafik daya dukung menurut berat isi pasir

c. Daya Dukung Pondasi Hasil Percobaan Dilaboratorium

Daya dukung pondasi menurut hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium untuk mengetahui hasil pemodelan pondasi yang dilakukan untuk melihat kekuatan daya dukung pemodelan pondasi.

Tabel 9. Daya dukung tanah hasil penelitian pada pondasi dangkal bentuk pondasi segitiga.

SEGITIGA		
TURUN (S)	KG/CM ² (P)	S/P
0.26	14.56	0.02
1.29	15.60	0.08
1.39	19.76	0.07
2.25	20.80	0.11
3.20	23.92	0.13
4.20	26.00	0.16
5.26	28.08	0.19
6.33	29.12	0.22
7.36	31.20	0.24
8.43	32.24	0.26
9.51	33.28	0.29
10.61	34.32	0.31
11.71	34.32	0.34

KESIMPULAN DAN SARAN

*Diatas Lapisan Lempung Lunak: Suatu Studi Model".
Jurnal Teknik 3(2): 92-99.*

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Daya dukung pondasi akan meningkat apabila nilai berat isi semakin besar, atau apabila berat isi semakin tinggi kepadatan tanah dengan demikian daya dukung tanah akan meningkat.
2. Berat isi semakin tinggi apabila tinggi jatuh semakin tinggi jadi apabila kita ingin mendapatkan kepadatan tanah yang tinggi kita dapat mempertimbangkan hasil penelitian ini.
3. Dari hasil penelitian didapat bahwa nilai untuk percobaan dengan pemodelan jauh lebih tinggi nilai daya dukung pondasi dibandingkan dengan perhitungan dengan menggunakan teori.

Saran

1. Penelitian ini masih banyak kekurangan diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk mengoreksi dan memperbaiki kalau ada kesalahan dari peneliti.
2. Pemodelan ini merupakan model yang sangat kecil dibandingkan dengan pondasi yang sesungguhnya diharapkan kepada peneliti selanjutnya dapat meneliti dengan model yang lebih besar, atau ukuran yang sesungguhnya untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
3. Masih ada beberapa parameter yang diambil secara literature atau yang biasa ada di tanah berpasir diakibatkan masih ada keterbatasan dari peneliti
4. Besar harapan saya sebagai peneliti kalau penelitian saya ini dilanjutkan ketahap yang lebih baik dari pada yang saya teliti ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Igam, A.K, Munawir, A dan Zaika, Y. 2014. "Pengaruh Variasi Jarak Pondasi Dan Panjang Geotekstil Dengan Jarak Vertikal Antar lapis Perkuatan 9,1cm Terhadap Daya Dukung Pondasi Pada Pemodelan Fisik Leren Pasir Kepadatan 74%". Jurnal Universitas Brawijaya Fakultas Teknik. Malang
- Manopa, F.J. 2013. "Analisa Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Expansif". *Pacific Journal*. 3(3): 473-476.
- Nugroho, S.A. 2011. "Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut dengan Kombinasi Geotekstil dan Grid Bambu". *Jurnal Teknik Sipil* 18(1): 31-40.
- Propika, J. dkk. 2012. "Studi Pengaruh Pembebanan Statis dan Dinamis Terhadap Pondasi Dangkal dengan Perkuatan Tiang Buis dari Komposisi Optimal Beton yang Menggunakan Material Limbah di Kabupaten Gresik (Pemodelan di Laboratorium)". *Jurnal Teknik ITS* 1(1): 123-126.
- Syahputra, Z. 2013. "Review Design Penggunaan Pondasi Menurut Bentuk Dan Metode Pemancangannya Terkait Dengan Biaya (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Perikanan Universitas Mulawarman Samarinda)". *Media Sains* 5(1): 43-55.
- Widodo, T dan Suprayitno, H. 2013. "Penambahan Lapisan Pasir Padat Sebagai Solusi Masalah Penurunan Pondasi