

ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TAPAK DENGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN CERUCUK DIBANDINGKAN DENGAN FONDASI SUMURAN

ANALYSIS OF BEARING CAPACITY FOUNDATIONS TREAD USING CERUCUK COMPARED WITH THE CAISSON FOUNDATION

Ingga Aranka Rizolla

Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: yayukapriyanti@gmail.com

Yayuk Apriyanti

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: yayukapriyanti@gmail.com

ABSTRAK

Fondasi tapak yang termasuk dalam fondasi dangkal sering digunakan pada struktur bertingkat dengan menggunakan perkuatan cerucuk. Untuk mengetahui daya dukung fondasi, maka dilakukan perbandingan antara fondasi tapak menggunakan cerucuk dengan fondasi sumuran. Alasan menggunakan fondasi sumuran karena fondasi ini termasuk dalam fondasi peralihan dari fondasi dangkal ke fondasi dalam. Penelitian untuk mengetahui kedua daya dukung fondasi tersebut dilakukan dengan metode Terzaghi (1943), Schertmann (1978), Bagmann (1965), Mayerhorf (1956) dan Caisson. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa daya dukung yang dihasilkan oleh fondasi sumuran pada beban I dan II lebih besar 1,20 dan 1,31 dari fondasi tapak menggunakan perkuatan cerucuk sedangkan untuk penurunan lebih kecil sebesar 2,02 dan 1,21.

Kata kunci : *fondasi tapak, fondasi sumuran, cerucuk, daya dukung, penurunan*

ABSTRACT

Foundation footprint included in shallow foundations are often used in multi-storey struktur by using reinforcement cerucuk . To determine the carrying capacity of the foundation , then do a comparison between the foundation footprint using cerucuk the foundation sinks . Reasons for using the foundation sinks because the foundation is included in the transition from foundation to foundation in shallow foundations. Research to determine the bearing capacity of the foundation conducted using Terzaghi (1943), Schertmann (1978), Bagmann (1965), Mayerhorf (1956) and Caisson. Results indicate that the carrying capacity generated by the foundation pitting on the first and second load greater than 1.20 and 1.31 using the retrofitting cerucuk foundation footprint while for smaller decrease by 2.02 and 1.21 .

Keywords : *foundation footprint, caisson foundations, cerucuk , bearing capacity, reduction.*

PENDAHULUAN

Kepulauan Bangka Belitung adalah provinsi yang baru saja berdiri 13 tahun yang lalu tepatnya pada tanggal 9 Februari 2001. Provinsi ini merupakan pemekaran wilayah dari Provinsi Sumatera Selatan. Provinsi yang telah memiliki otonomi sendiri ini tentunya sangat gencar sekali melakukan berbagai pembangunan infrastruktur baik dalam bidang pendidikan, kesehatan, ataupun dalam menunjang pariwisata daerah karena tolak ukur berkembang tidaknya suatu daerah dapat dilihat melalui pembangunannya. Sejauh ini Provinsi Kepulauan Bangka Belitung telah banyak membangun gedung-gedung bertingkat seperti hotel, universitas, rumah sakit, pusat perbelanjaan dan lain sebagainya. Pembangunan suatu gedung sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, apalagi dalam suatu daerah memiliki jenis tanah yang berbeda beda pula.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kepulauan Bangka Belitung menjelaskan bahwa keadaan tanah di daerah Bangka Belitung secara umum mempunyai pH rata-rata di bawah 5, dan di dalamnya mengandung mineral aluminium, biji timah dan bahan galian lainnya seperti : pasir, pasir kwarsa, batu ganit, kaolin, batu gunung, tanah liat dan lain-lainnya.

Tanah granuler seperti batuan dan pasir memiliki daya dukung tanah yang lebih besar dibandingkan dengan tanah kohesif yang memiliki partikel tanah yang lebih kecil. Fondasi bangunan harus diletakkan di atas tanah keras yang memiliki daya dukung tanah tinggi sehingga dapat menahan beban struktur. Untuk tanah keras yang terletak pada

kedalaman 1-2 m, fondasi dangkal dapat digunakan sebagai alternatif jenis fondasi struktur.

Fondasi dangkal juga dapat digunakan pada bangunan bertingkat, dengan terlebih dahulu menganalisis daya dukung fondasi terhadap beban struktur yang bekerja. Pada penelitian ini, analisis daya dukung fondasi menggunakan dua metode yaitu ; analisis fondasi tapak yang diperkuat dengan cerucuk dan analisis pondasi sumuran. Biasanya fondasi tapak hanya digunakan pada bangunan bertingkat dua dengan tanah keras yang terletak tidak jauh dari muka tanah. Namun jika tanah keras terletak agak jauh dari muka tanah, dan fondasi harus menopang bangunan yang memiliki tingkatan lebih dari dua, maka sebaiknya diperhitungkan kembali apakah fondasi tapak masih dapat menahan beban dari struktur atas atau tidak. Jika fondasi tidak dapat menahan beban struktur atas, maka dapat dilakukan perkuatan tanah salah satunya dengan cerucuk.

Penggunaan fondasi tapak yang diperkuat dengan cerucuk tentunya akan menambah daya dukung dari suatu fondasi. Sebagaimana diketahui bahwa pemasangan cerucuk kedalam tanah akan memotong bidang longsor (*sliding plane*) sehingga kuat geser tanah secara keseluruhan akan meningkat. Meningkatnya kuat geser tanah maka akan menambah daya dukung dari suatu tanah tersebut. Penggunaan fondasi sumuran (*caisson*) dapat menjadi alternatif lain karena fondasi sumuran merupakan bentuk peralihan antara fondasi dangkal dan fondasi dalam.

Perhitungan daya dukung pondasi sangat diperlukan untuk mendapatkan

perencanaan pondasi yang memenuhi persyaratan. Uraian di atas melatar belakngi penyusun untuk mengetahui daya dukung fondasi mana yang lebih besar antara fondasi tapak dengan perkuatan cerucuk atau menggunakan fondasi sumuran. Untuk itu dilakukan “Penelitian Analisis Daya Dukung Fondasi Tapak Menggunakan Perkuatan Cerucuk dibandingkan dengan Fondasi Sumuran”.

TINJAUAN PUSTAKA

Klasifikasi Fondasi

Fondasi adalah struktur bagian bawah yang umumnya terletak dibawah permukaan tanah yang berfungsi untuk meneruskan gaya yang diterimanya ke lapisan tanah pendukung (*bearing layers*).

Klasifikasi Berdasarkan dimana Beban itu ditopang oleh Tanah. Joseph E. Bowles dalam buku Analisis dan Desain fondasi menjelaskan fondasi dapat digolongkan menjadi dua yakni;

1. Fondasi dangkal dinamakan sebagai alas/telapak, telapak tersebar atau fondasi (*mats*). Kedalaman pada umumnya adalah berkisar 1 m – 2 m atau $D_f/B \leq 1$.
2. Fondasi dalam dinamakan sebagai tiang pancang, tembok/tiang yang dibor. Kedalaman $D_f/B \geq 4$.

D_f adalah kedalaman fondasi dan B adalah lebar fondasi.

Fondasi Tapak dengan Perkuatan Cerucuk

Fondasi tapak adalah fondasi yang biasa digunakan untuk menumpu kolom bangunan, tugu, menara, tangki air, cerobong asap dan beberapa bangunan sipil

lainnya. Biasanya fondasi ini dibuat dengan dimensi yang lebih besar daripada kolom diatasnya, hal ini bertujuan agar beban yang diteruskan ke fondasi dapat disebarkan keluasan tanah yang lebih besar dibawahnya. Karena dimensi ukuran dari pondasi dibuat lebih besar daripada kolom diatasnya, maka secara fisik terlihat seperti alas kaki atau sepatu kolom, sehingga pondasi ini bisa disebut juga sebagai pondasi kaki pelat atau *foot plate*.

Kekuatan atau daya dukung tanah sangat menentukan besar dan kecilnya ukuran fondasi. Jenis fondasi telapak tunggal, semakin kuat daya dukung tanah, semakin kecil ukuran fondasi yang direncanakan. Sebaliknya, semakin lemah daya dukung tanahnya, maka semakin besar ukuran pondasi yang akan direncanakan. Untuk tanah dengan daya dukung lemah, sebaiknya tidak menggunakan pondasi ini, karena desain area penampangnya pasti akan besar sehingga tidak efektif dan tidak ekonomis pada pelaksanaan . Namun, bila tanah distabilkan dengan menambahkan perkuatan seperti cerucuk, dapat dianalisis apakah fondasi ini masih layak atau tidak untuk digunakan.

Fondasi Sumuran

Fondasi sumuran (*caisson foundation*) adalah bentuk peralihan antara fondasi dangkal dan fondasi tiang yang digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Untuk fondasi sumuran dipakai apabila lapisan tanah keras terdapat pada kedalaman 3 - 8 m. Jenis fondasi ini dicor di tempat dengan menggunakan komponen beton dan batu

belah sebagai pengisinya. Disebut sebagai fondasi sumuran karena pondasi ini dimulai dengan menggali tanah berdiameter minimal 80 cm seperti menggali sumur. Pada bagian atas fondasi yang mendekati *sloof*, diberi pembesian untuk mengikat *sloof*. Pada kondisi tanah berlempung yang memiliki kohesif yang tinggi, penggunaan fondasi sumuran dapat mengantisipasi ketidakstabilan fondasi.

Penurunan Fondasi

Istilah penurunan (*settlement*) digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu pada bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Jika seluruh permukaan tanah di bawah dan di sekitar bangunan turun secara seragam dan penurunan terjadi tidak berlebihan, maka turunnya bangunan akan tidak nampak oleh pandangan mata dan penurunan yang terjadi tidak akan merusak bangunan. Namun, bila penurunan yang terjadi secara berlebihan tentu akan mengganggu

pandangan mata. Apalagi penurunan terjadi secara tidak merata akan lebih membahayakan daripada penurunan yang terjadi secara total.

Penurunan (*settlement*) fondasi yang terletak pada tanah berbutir halus yang jenuh dapat dibagi menjadi 3 komponen, yaitu: penurunan-segera (*immediate settlement*), penurunan konsolidasi primer, dan penurunan konsolidasi sekunder. Penurunan total adalah jumlah dari ketiga komponen penurunan tersebut, dinyatakan dalam persamaan di bawah:

$$S = S_i + S_c + S_s$$

dengan,

S_i = penurunan segera

S_c = penurunan konsolidasi primer

S_s = penurunan konsolidasi sekunder

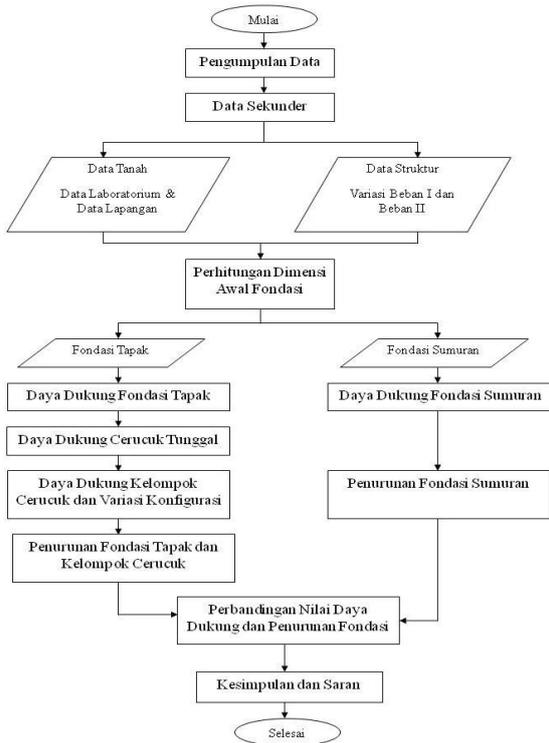
Besarnya penurunan bergantung pada karakteristik tanah dan penyebaran tekanan fondasi ke tanah bawahnya. Berikut adalah nilai batas penurunan maksimum dari fondasi.

Tabel 1. Batas penurunan maksimum (Skempton dan MacDonald, 1955)

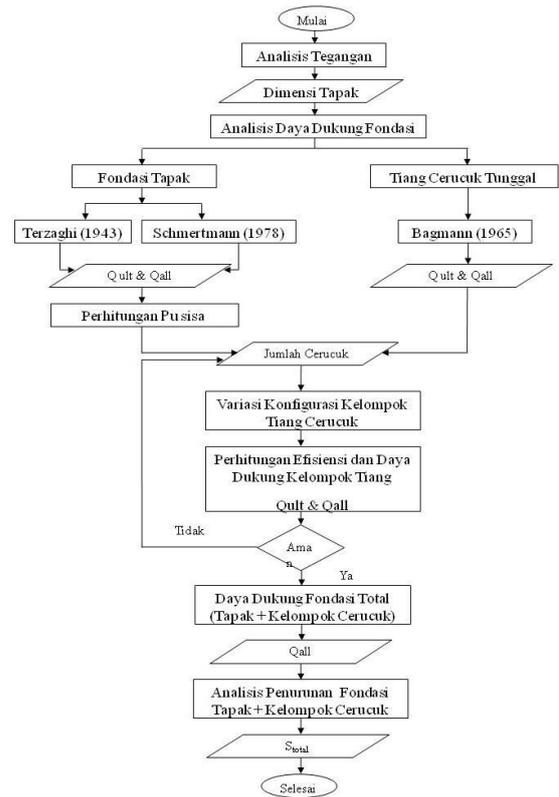
Jenis Fondasi	Penurunan Maksimum (mm)
Fondasi terpisah pada tanah lempung	65
Fondasi terpisah pada tanah pasir	40
Fondasi rakit pada tanah lempung	65 – 100
Fondasi rakit pada tanah pasir	40 -65

Sumber : Analisis dan Perancangan Fondasi, Hary Christady (2011)

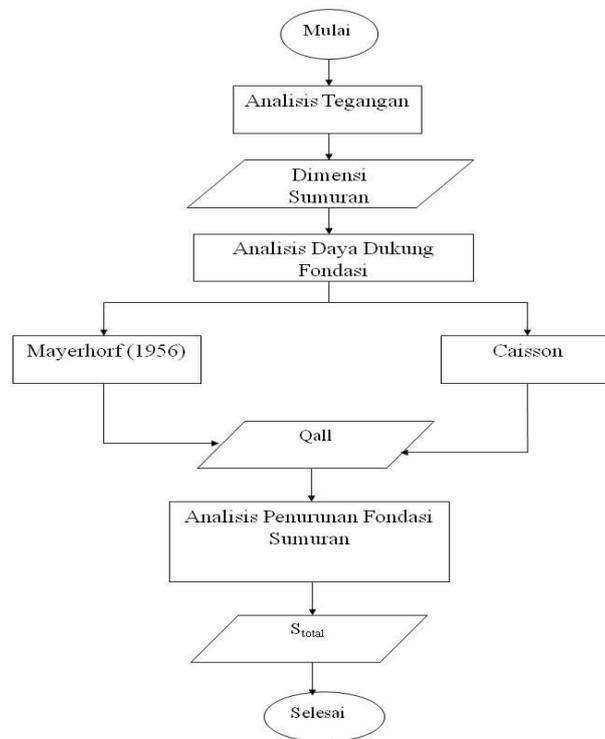
METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Diagram alir daya dukung dan penurunan fondasi tapak + cerucuk



Gambar 3. Diagram alir daya dukung dan penurunan fondasi sumuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fondasi Tapak + Cerucuk :

a. Perencanaan dimensi awal fondasi

Perhitungan analisis tegangan dengan cara memperhitungkan beban dan momen dan juga dengan memperhitungkan gaya dalam satu arah ataupun dua arah beberapa kali perhitungan didapatkan dimensi fondasi pada beban I yakni 125 x 125 cm² dan beban II yakni 180 x 180 cm².

Dimensi yang telah didapatkan tersebut diperkecil yakni pada beban I menjadi 85 x 85 cm² dan beban II 150 x 150 cm² sehingga didapatkan kelebihan tegangan yang nantinya akan ditahan oleh cerucuk. Perhitungan daya dukung cerucuk dihitung berdasarkan daya dukung cerucuk tunggal.

Jumlah cerucuk dapat diketahui dengan membagikan kelebihan tegangan

yang harus ditahan cerucuk yang telah dikonversikan ke dalam beban dibagikan dengan daya dukung cerucuk tunggal.

b. Daya dukung dan penurunan fondasi

Dari hasil analisis tegangan, didapatkan bahwa pada beban I terjadi tegangan akibat pengurangan dimensi tapak menjadi 0,85 x 0,85 m yakni sebesar 4238,3301 kN/m² an jika dikonversikan kedalam Pu, maka Pu minimal yang harus ditampung adalah 4238,3301 x 0,85 x 0,85 = 3062,1935 kN.

Sedangkan pada beban II terjadi tegangan akibat pengurangan dimensi tapak menjadi 1,5 x 1,5 m yakni sebesar 3393,8400 kN/m² an jika dikonversikan kedalam Pu, maka Pu minimal yang harus ditampung adalah 3393,8400 x 1,5 x 1,5 =7636,1400 kN (lihat Tabel 2).

Tabel 2. Daya dukung izin total tapak+kelompok cerucuk

Beban	Metode	DDT	DDC	DDtot
I	Terzaghi (1943)	671,7333	2667,6086	3339,3419
	Schmertmann (1978)	635,8000	2667,6086	3308,4086
II	Terzaghi (1943)	3158,8162	4626,6646	7785,4808
	Schmertmann (1978)	2898,0000	4775,7844	7673,7844

Sumber: Hasil perhitungan, 2015

Keterangan:

- DDT : daya dukung tapak (kN)
- DDC : daya dukung cerucuk (kN)
- DDtot : daya dukung total (kN)

Dari hasil Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa pada beban I dan II, daya dukung fondasi total mampu menahan beban struktur dengan menambahkan beberapa tiang cerucuk.

Nilai penurunan fondasi tapak dengan kelompok tiang cerucuk dapat disajikan ke dalam tabel 5.6 penurunan fondasi tapak dan fondasi cerucuk berikut.

Tabel 3. Penurunan fondasi tapak dan fondasi cerucuk

Beban	Metode/ Σ cerucuk	Penurunan Fondasi (cm)		
		F.Tapak	Kel. Tiang	Total
I	Terzaghi / 9 tiang	0,1154	2,2116	2,3270
	Schmertmann/ 9 tiang			
II	Terzaghi / 20 tiang	0,1909	2,0369	2,2279
	Schmertmann/ 21 tiang		1,9117	2,1027

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Dari tabel di atas, diketahui penurunan total yang terjadi pada fondasi tapak dengan tiang cerucuk menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda. Hal ini dikarenakan dimensi fondasi tapak yang bekerja pada beban I dan beban II adalah berbeda yakni 85 cm dan 150 cm. Dan juga dapat disimpulkan bahwa semakin besar dimensi tapak, maka semakin besar pula penurunan yang terjadi. Sedangkan pada tiang cerucuk dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak lebar kelompok cerucuk (Bg), maka semakin besar penurunan yang terjadi.

Nilai penurunan yang didapat masih dalam batas aman dengan melihat tabel 3.5 batas penurunan maksimum (Skempton dan MacDonald, 1955) untuk fondasi terpisah pada tanah lempung nilai penurunan maksimu adalah 65 mm = 6,5 cm.

Variasi Konfigurasi Kelompok Tiang Cerucuk

Dari beberapa bentuk konfigurasi kelompok tiang yang telah dianalisis dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi pada kelompok tiang dapat mempengaruhi daya dukung izin dari kelompok tiang

Tabel 4. Perhitungan daya dukung kelompok dengan beberapa konfigurasi

Beban	Σ Tiang	Variasi	Efisiensi	$Q_{all\ group}$ (kN)	Pu_c (kN)	$Q_{all\ group} > Pu_c$
I	6	1	0,7480	1868,3251	2390,4602	$Q_{all\ group} < Pu_c$, jumlah tiang belum dapat digunakan
		2	0,7480	1868,3251		
		3	0,7120	1778,4057		
		4	0,7480	1868,3251		
		5	0,7120	1778,4057		
	7	1	0,7120	2074,8067	2602,8280	$Q_{all\ group} < Pu_c$, jumlah tiang belum dapat digunakan
		2	0,7192	2095,7879		
		3	0,7300	2127,2597		
		4	0,6940	2022,3537		
		5	0,7120	2074,8067		
II	13	1	0,6744	3092,1553	4477,3239	$Q_{all\ group} < Pu_c$, jumlah tiang belum dapat digunakan
		2	0,6917	3171,3238		
		3	0,6448	2956,4380		
	14	1	0,6670	3293,4741	4738,1400	$Q_{all\ group} < Pu_c$, jumlah tiang belum dapat digunakan
		2	0,6987	3450,0711		
		3	0,6559	3238,6652		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

Dari Tabel 4, menunjukkan besarnya kekurangan daya dukung izin fondasi pada setiap beban jumlah cerucuk yang dianalisis. Untuk memenuhi kekurangan daya dukung tersebut harus ada penambahan tiang cerucuk. Dalam menambahkan jumlah tiang pada jumlah cerucuk yang ada, tentunya variasi konfigurasi yang didapat akan berbeda pula sehingga nilai efisiensi kelompok tiang yang dihasilkan juga akan berbeda. Variasi konfigurasi kelompok tiang divariasikan dengan memperhatikan panjang dan lebar kelompok tiang (Lg) dan (Bg) sehingga tidak melebihi panjang dan lebar fondasi tapak yang didisain sebelumnya.

Fondasi Sumuran

a. Perencanaan dimensi awal fondasi

Perhitungan analisis tegangan dengan memperhitungkan beban dan momen dari beberapa kali perhitungan didapatkan dimensi fondasi pada beban I yakni didapatkan diameter 110 cm² dan beban II yakni diameter 180 cm². Dimensi tersebut menjadi acuan dalam perhitungan daya dukung fondasi.

b. Daya dukung dan penurunan fondasi

Tabel 5. Daya dukung ijin fondasi sumuran

Metode	Daya Dukung Izin (kN)	
	Beban I	Beban II
Mayerhorf	3836,2427	9574,4880
Caisson	3992,8240	10173,6000

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Dari hasil Tabel 5 di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung yang diperoleh dari kedua metode tersebut tidak jauh berbeda pada setiap variasi beban yang diberikan.

Tabel 6. Nilai penurunan total fondasi sumuran

No.	Metode Perhitungan Daya Dukung	Penurunan (cm)	
		Beban I	Beban II
1.	Mayerhorf (1956)	1,1516	1,8481
2.	Caisson	1,1537	1,8511

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Dari Tabel 6, dapat dilihat bahwa nilai penurunan yang dihasilkan dalam setiap metode dan setiap beban yang dihitung tidak menunjukkan perbedaan yang jauh berbeda. Kisaran nilai penurunan antara 1,15-1,85 cm yang masih dalam batas izin yaitu 2,54 cm. Dari hasil analisis juga dapat dikaitkan dengan dimensi dan daya dukung suatu fondasi itu, yakni semakin besar dimensi maka daya dukung juga akan semakin besar begitu pula terhadap penurunannya.

Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tapak + Cerucuk

Pada Tabel 7 menunjukkan perbandingan nilai daya dukung antara fondasi tapak+cerucuk dengan fondasi sumuran. Nilai yang diperoleh oleh setiap beban dalam setiap metode yang ditinjau dalam setiap fondasi yang dianalisis menunjukkan bahwa nilai daya dukung yang dihasilkan oleh fondasi sumuran lebih besar daripada fondasi tapak menggunakan cerucuk. Besarnya perbandingan nilai daya dukung fondasi sumuran dihitung dengan membagi nilai daya dukung terbesar dengan daya dukung terkecil yang dihasilkan dari metode di atas. Pada beban I adalah 1,20 lebih besar dari fondasi tapak menggunakan cerucuk sedangkan untuk

beban II daya dukung fondasi sumuran 1,31 lebih besar dari fondasi tapak + cerucuk.

Pada Tabel 8 menunjukkan penurunan yang terjadi pada fondasi tapak dengan menggunakan perkuatan cerucuk lebih besar daripada penurunan yang terjadi pada fondasi sumuran baik pada beban I ataupun beban II. Selisih nilai penurunan tersebut berkisar 1,18 cm untuk beban I dan 0,38 cm untuk beban II. Ini terjadi karena pada fondasi tapak menggunakan cerucuk lebih *fleksible* jika dibandingkan dengan fondasi sumuran. Seperti yang diketahui

bahwa semakin *fleksible* suatu fondasi, maka distribusi tegangan yang terjadi akan semakin tidak merata. Terjadi konsentrasi tegangan pada daerah beban terpusat. Hal ini mempengaruhi kekuatan fondasi dalam hal penurunan yang dialami fondasi. Besarnya penurunan fondasi tapak menggunakan perkuatan cerucuk pada beban I adalah 2,02 lebih besar dari fondasi sumuran sedangkan untuk beban II penurunan tapak menggunakan cerucuk 1,21 lebih besar dari fondasi sumuran.

Tabel 7. Perbandingan daya dukung pondasi tapak + cerucuk dengan fondasi sumuran dari beberapa metode

Beban	Daya Dukung Fondasi (kN)			
	Tapak + Cerucuk		Sumuran	
	Metode		Metode	
	Terzaghi	Schmertmann	Mayerhorf	Caisson
I	3339,3419	3308,4086	3836,2427	3992,8240
II	7785,4808	7673,7844	9574,4880	10173,6000

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Tabel 8. Perbandingan penurunan fondasi tapak + cerucuk dengan fondasi sumuran dari beberapa metode

Beban	Penurunan Fondasi (cm)			
	Tapak + Cerucuk		Sumuran	
	Metode			
	Terzaghi	Schmertmann	Mayerhorf	Caisson
I	2,3270	2,3270	1,1516	1,1537
II	2,2279	2,1027	1,8481	1,8511

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

KESIMPULAN

1. Dari analisis dapat disimpulkan bahwa besar daya dukung maksimal yang dihasilkan oleh setiap fondasi yang telah dihitung dengan beberapa metode, didapatkan bahwa pada fondasi tapak menggunakan perkuatan

cerucuk pada beban I dan beban II yakni sebesar 3339,3419 kN dan 7785,4808 kN yang diperoleh dari perhitungan metode Terzaghi (1943). Sedangkan untuk fondasi sumuran, nilai maksimum daya dukung yang didapat pada beban I dan beban II yakni sebesar 3992,8240 kN dan

- 10173,60 kN yang diperoleh dari metode Caisson. Untuk penurunan, didapat bahwa pada fondasi tapak menggunakan cerucuk pada beban I dan beban II yakni sebesar 2,3270 cm dan 2,2279 cm. Sedangkan untuk fondasi sumuran pada beban I dan beban II yakni sebesar 1,1537 cm dan 1,8511 cm.
2. Dari hasil analisis dapat dibandingkan nilai daya dukung dan penurunan antara fondasi tapak+cerucuk dengan fondasi sumuran. Nilai yang diperoleh dari setiap beban dalam setiap metode yang dianalisis kedalam setiap fondasi yang ditinjau menunjukkan bahwa nilai daya dukung yang dihasilkan oleh fondasi sumuran lebih besar daripada fondasi tapak menggunakan perkuatan cerucuk. Besar nilai daya dukung fondasi sumuran tersebut pada beban I adalah 1,20 lebih besar dari fondasi tapak menggunakan cerucuk dan untuk beban II daya dukung fondasi sumuran 1,31 lebih besar dari fondasi tapak + cerucuk. Kemudian penurunan terjadi kebalikan dari perbandingan daya dukung. Penurunan yang terjadi pada fondasi tapak menggunakan perkuatan cerucuk lebih besar daripada penurunan yang terjadi pada fondasi sumuran baik pada beban I ataupun beban II. Besarnya penurunan fondasi tapak+cerucuk pada beban I adalah 2,02 lebih besar dari fondasi sumuran sedangkan untuk beban II penurunan fondasi tapak menggunakan perkuatan cerucuk 1,21 lebih besar dari fondasi sumuran.
 3. Dari hasil perhitungan pada variasi konfigurasi kelompok cerucuk dapat disimpulkan bahwa pengaruh yang ditimbulkan oleh berbagai variasi konfigurasi kelompok tiang dengan jumlah tiang yang sama yakni terletak pada nilai daya dukung kelompok tiang (Q_g). Dari hasil analisis daya dukung kelompok tiang dipengaruhi oleh besarnya nilai efisiensi (E_g) dalam suatu kelompok tiang tersebut. Semakin besar nilai efisiensi kelompok tiang, maka semakin besar pula nilai daya dukung kelompok yang dihasilkan pada suatu konfigurasi kelompok tiang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia R. 2011. *Perencanaan Struktur Empat Lantai Kampus Universitas Bangka Belitung*. Skripsi. Universitas Bangka Belitung
- Asroni A. 2010. *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Badan Litbang PU Pekerjaan Umum. 2005. *Stabilisasi Dangkal Tanah Lunak untuk Kontruksi Timbunan Jalandengan Semen dan Cerucuk*.
- Bowles J.E. 1993. *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi ke-4. Jilid II. Erlangga. Jakarta
- Budi G.S. 2010. *Pondasi Dangkal*. Andi. Jakarta.
- Dipohusodo I. 1993. *Struktur Beton Bertulang*. Berdasarkan SK SNI 1-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. Gramedia. Jakarta
- Hamdi W. 2010. *Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar Lunak dengan*

- Pemakaian Cerucuk dan Geotextile untuk Kontruksi Jalan Akses Bandara Lombok.* Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Harahap D.J. 2012. *Bab II Studi Pustaka.* Universitas Sumatera Utara
- Hardiyatmo H.C. 2011. *Analisis dan Perencanaan Fondasi I.* Edisi Kedua. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Hardiyatmo H.C. 2010. *Analisis dan Perencanaan Fondasi II.* Edisi Kedua. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Muhrozi M.S. 2002. *Fenomena Cerucuk sebagai Peningkatan Daya Dukung dan Mereduksi Penurunan Beban Bangunan di Atas Tanah Lembek.* Universitas Diponegoro.
- NI-5 PKKI. 1965. *Peraturan Kontruksi Kayu Indonesia.* Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Purba V.E dan Sianturi N.M. 2013. *Kajian Pemilihan Pondasi Sumuran sebagai Alternatif Perancangan Pondasi.* Jurnal Rancang Sipil. Volume 2 No. 1. Program Studi Teknik Sipil. Universitas Simalungun.
- Rosyadi I. 2012. *Laporan Pekerjaan Sondir dan Handboring Pembangunan Gedung Auditorium Universitas Bangka Belitung.* Balunijuk
- SNI 03- 2847 – 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.* Bandung
- Suroso, Harimurti, dan Harsono M. 2008. *Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (Soft Clay) menggunakan Cerucuk dengan Variasi Panjang dan Diameter Cerucuk.* Jurnal Rekayasa Sipil. Volume 2 No.1. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawajaya Malang.
- Tampubolon E.A dan Daniel R.S. 2013. *Perhitungan dan Metode Pelaksanaan Pondasi Sumuran pada Proyek Pembangunan Jembatan Aek Simare Tapanuli Utara Provinsi Sumatera Utara.* Skripsi. Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan.
- Utami T.E dan Hermawan. 2003. *Perbandingan Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal Berdasarkan Data Sondir dan Parameter Tanah pada Satuan Lempung Endapan Rawa (Qs) di Daerah Kabupaten Musi Banyuasin Bangian Timur Sumatera Selatan.* Buletin Tata Geologi Lingkungan. Bandung
- Zakaria Z. 2006. *Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal.* Seri Mata Kulah Geoteknik. Jurusan Geologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran. Bandung
- http://id.wikipedia.org/wiki/Kepulauan_Bangka_Belitung (11 Maret 2014)
- http://www.bangka.go.id/content.php?id_content=kondisi_geografis (11 Maret 2014)
- www.babelprov.go.id (diakses 12 Maret 2014)
- <http://ilmuanggaputra.blogspot.com/2012/05/pondasi-cerucuk-meningkatkan-daya.html> (diakses 17 Maret 2014)
- <http://khairoel02.mywapblog.com/pengertian-pondasi-dan-jenis-jenisnya.xhtml> (diakses 1 April 2014)
- <http://pemudasipil.blogspot.com/2013/02/klasifikasi-dan-tipe-pondasi.html> (diakses 1 April 2014)
- <http://kampustekniksipil.blogspot.com/2012/08/spreadsheet-excel-perencanaan-pondasi.html> (diakses 2 April 2014)

<http://teorionline.wordpress.com/service/metode-pengumpulan-data/> (diakses 10 Mei 2014)

<http://indraadnan92.blogspot.com/2011/08/konstruksi-kayu.html> (diakses 19 Januari 2015)

<http://fairuzelsaid.wordpress.com/2010/01/13/analisis-sistem-informasi-pedoman-membuat-flowchart/> (diakses 5 Agustus 2014)

<http://only-05.blogspot.com/2012/04/konversi-kuat-tekan-beton-modulus.html> (diakses 19 Januari 2015)

<http://rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/05/efisiensi-kelompok-tiang-pancang.html> (diakses 8 November 2014)

<http://lauwtjunnji.weebly.com/pbi--sni--satuan-dan-benda-uji.html> (diakses 19 Januari 2015)