
PENGARUH JUMLAH CERUCUK KAYU SEBAGAI PERKUATAN TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH BERPASIR

Nurimah¹ dan Martini²

^{1,2}*Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Tadulako*

Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah.

Email : nurimah15014@gmail.com

Abstrak

Perlu adanya perbaikan tanah untuk dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah pasir tersebut. Salah satunya adalah dengan perbaikan tanah secara mekanis yaitu dengan menggunakan cerucuk kayu. Penelitian ini bertujuan membuat pemodelan pada tanah pasir dalam bak uji yang terbuat dari plat baja berukuran 80 cm x 80 cm x 80 cm dengan model pondasi dangkal berukuran 15 cm x 15 cm. pembebanan diberikan dengan menggunakan *hydraulic jack*. Tanah dibentuk dengan kerapatan relatif (D_r) 50% dan jumlah cerucuk 2, 3 dan 4 buah serta panjang cerucuk 30cm, 40 cm, dan 50 cm. Selanjutnya, ditentukan nilai daya dukung batas dan ratio daya dukungnya (BCR). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dengan menggunakan perkuatan cerucuk kayu dengan pemodelan yang ditentukan dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah berpasir terhadap tanpa perkuatan. Nilai daya dukung semakin meningkat bila jumlah dan panjang cerucuk yang digunakan semakin besar. Dengan menggunakan metode *tangent intersection method* nilai daya dukung batas yang diperoleh untuk variasi panjang cerucuk 50 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah diperoleh nilai sebesar 205 kN/m², jumlah cerucuk 3 buah diperoleh nilai 130 kN/m², dan jumlah cerucuk 2 buah diperoleh nilai 125 kN/m². Untuk variasi panjang cerucuk 40 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah diperoleh nilai sebesar 125 kN/m², jumlah cerucuk 3 buah diperoleh nilai sebesar 120 kN/m², jumlah cerucuk 2 buah diperoleh nilai sebesar 115 kN/m². dan untuk variasi panjang 30 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah diperoleh nilai sebesar 110 kN/m², jumlah cerucuk 3 buah diperoleh nilai sebesar 108 kN/m², jumlah cerucuk 2 buah diperoleh nilai sebesar 85 kN/m².

Kata kunci: Pondasi, Cerucuk, Daya Dukung, Tanah Pasir, BCR

Abstract

The purpose of this study was to determine how much influence the wooden ridge has on the bearing capacity of sandy soil without reinforcement. This study aims to determine the modeling of sand soil in a test tub made of steel plate measuring 80 cm x 80 cm x 80 cm with a shallow foundation model measuring 15 cm x 15 cm. loading is given using a hydraulic jack. Soil was formed with a relative density (D_r) of 50% and the number of recesses 2, 3 and 4 and a groove length of 30cm, 40 cm, and 50 cm. Furthermore, the value of the limit bearing capacity and the bearing capacity ratio (BCR) is determined. The results showed that by using the wooden groove reinforcement with the specified modeling can increase the value of the bearing capacity of sandy soil against unreinforced. The value of the carrying capacity increases when the number and length of the recesses used is greater. By using the tangent intersection method, the value of the limit carrying capacity obtained for the variation of the length of the slopes of 50 cm with the number of recesses of 4 was obtained a value of 205 kN / m², the number of 3 recesses obtained a value of 130 kN / m², and the number of 2 recesses obtained a value of 125 kN / m². For the variation of the length of the 40 cm recesses with the number of recesses of 4 pieces, the value of 125 kN / m² was obtained, the number of 3 recesses obtained a value of 120 kN / m², the number of 2 recesses obtained a value of 115 kN / m². and for the variation in length of 30 cm with the number of recesses of 4 pieces, the value was 110 kN / m², the number of 3 recesses obtained a value of 108 kN / m², the number of 2 slices obtained a value of 85 kN / m².

Key words: Foundation, Cerucuk, Carrying Capacity, Soil Sand, B

1. Pendahuluan

Tanah merupakan material yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan baik secara fisik, mekanik maupun kimiawi yang kemudian tersedimentasi dan membentuk suatu kesatuan ikatan antara partikel- partikelnya. Dalam mempelajari ilmu tanah sering dikatakan bahwa tanah merupakan material yang sifatnya unik dan mempelajarinya merupakan “seni” tersendiri dalam dunia teknik sipil. Dikatakan bahwa “*soils are heterogenous rather than homogeneous materials*”. Hal ini tersebut karena material tanah mempunyai *engineering properties* yang sangat bervariasi dan berbeda-beda dari titik ketitik dalam massa tanah. Selain itu, tanah juga mempunyai sifat *non-linear* yang diindikasikan oleh kurva tegangan regangan-nya yang tidak berupa garis lurus bagaimana material pada umumnya, seperti beton atau baja. Dan yang membuatnya lebih menarik lagi, tanah mampu menyimpan memori sehingga dikatakannya merupakan *nonconservative materials*. Tanah dapat mengingat semua yang pernah terjadi padanya termasuk semua beban yang pernah ditanggungnya dan fenomena ini tercermin dalam *engineering behavior*-nya (Holtz dan Kovacs, 1981).

Tanah diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Tanah berbutir halus dikelompokkan menjadi dua, yakni tanah lempung dan lanau, sedangkan tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir (*sand*) dan kerikil (*gravel*).

Tanah juga merupakan komponen yang penting dalam konstruksi bangunan. Pada dasar bangunan terdapat pondasi, dimana pondasi ini akan menerima beban dari setiap bangunan konstruksi dan disalurkan ke tanah. Namun apabila daya dukung tanahnya kurang baik, konstruksi bangunan tersebut akan mengalami kerusakan. Masalah yang sering muncul ketika kita mendirikan konstruksi bangunan di atas tanah adalah sifat-sifat tanah yang buruk seperti kekuatan geser rendah, plastisitas tanah yang tinggi dan beberapa sifat tanah lainnya

Beberapa upaya yang dapat dilakukan dalam menaikkan daya dukung tanah atau stabilitas tanah diantaranya stabilitas mekanis, kimia, perkuatan dengan geotekstil atau tulangan. Salah satu metode dengan perkuatan tanah yaitu perkuatan dengan menggunakan cerucuk. Perbaikan dengan menggunakan cerucuk kayu dapat meningkatkan daya dukung dari tanah yang akan dibangun sebuah konstruksi di atasnya, terutama pada tanah berpasir. “Metode ini sebenarnya sudah dilakukan sejak dulu oleh masyarakat kita terutama dipedalaman, akan tetapi masih terbatas hanya untuk menopang bangunan rumah yang sederhana. Pada abad ke-19, pemanfaatan tiang kayu ataupun tiang dengan bahan material lainnya sebagai konstruksi cerucuk semakin berkembang. Tidak terbatas hanya untuk bangunan rumah sederhana saja, akan tetapi untuk bangunan lainnya seperti jembatan, bendung dan lain-lain. Pemakaian cerucuk sebagai usaha untuk meningkatkan daya dukung tanah secara

sederhana memiliki beberapa keunggulan antara lain biaya yang relative murah, materialnya mudah didapat, pelaksanaannya sederhana, dan mudah di control serta waktu pelaksanaan yang singkat” (Tjandra wibawa dkk.,2000).

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Tanah

Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori yang berisi air atau udara. Ikatan lemah antar partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa diantara partikel-partikel tersebut, atau bisa juga disebabkan oleh adanya material organik menurut R.F. Craig.

1. Klasifikasi tanah berdasarkan *Unifed System*

Sistem klasifikasi tanah pada dasarnya berfungsi untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang bergitu beragam, maka sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisik. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah adalah *Unified Soil Soil Classification System (USCS)*.

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik pondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah jalan. Klasifikasi berdasarkan *Unifed System* (Das, 1988), tanah dikelompokkan menjadi :

- a. Tanah berbutir kasar (*Coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanahnya lolos saringan No.200. symbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf G atau S. G adalah untuk kerikil (*Gravel*) dan S untuk pasir (*Sand*) atau berpasir. Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan symbol W untuk tanah bergradasi baik dan P untuk tanah bergradasi buruk.
- b. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanahnya lolos dari saringan No.200. simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah- tanah lain dengan kadar organik tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L untuk plastisitas rendah dan H untuk plastisitas tinggi.

2.2. Perbaikan Tanah

Secara garis besarnya stabilitas tanah dapat dibedakan atas dua macam, yakni : (1) stabilitas tanah melalui teknik perbaikan tanah (*soil improvement*); (2) stabilitas tanah melalui teknik perkuatan tanah (*soil reinforcement*). Teknik perbaikan tanah adalah merupakan tindakan stabilitas tanah dengan memperbaiki karakteristik tanah yang asli, hingga memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan oleh konstruksi, seperti peningkatan daya dukung dan kuat geser tanah, penurunan kompresibilitas tanah, peningkatan atau penurunan permeabilitas tanah, dan lain sebagainya. Sedangkan teknik perkuatan tanah adalah bentuk-bentuk rekayasa yang dilakukan agar terjadi aksi komposit antara tanah dengan material sisipan, sehingga dihasilkan berbagai jenis kapasitas pada tanah sesuai yang dikehendaki (kepentingan konstruksi). Contoh teknik perkuatan tanah antara lain ; perkuatan tebing atau perkuatan tanah dasar dengan materiak sisipan dari *metal strip* atau *geosynthetic*, pembuatan lapis separator dalam tanah dengan menggunakan material sisipan dari *geomembrane*, dan lain sebagainya. (Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah, 2017)

2.3. Cerucuk

Cerucuk merupakan suatu metode perbaikan tanah yang sering dijumpai guna meningkatkan daya dukung tanah yang lunak maupun penguat lereng timbunan. Cerucuk bisa berupa tiang kayu berukuran panjang 4-6 m dengan diameter 10 cm. Bisa juga tiang beton untuk tanah lunak yang lebih dalam, dan bila kapasitas daya dukung beban yang lebih besar diperlukan, penggunaan dari tiang beton pracetak lebih cocok. Tiang pracetak berbentuk persegi atau segitiga dengan sisi berukuran 10-40 cm, akan memberikan kapasias daya dukung yang lebih besar (Departemen PU, 2005)

3. Metode Penelitian

3.1. Metode Pengambilan Sampel

- a. Material Pasir Material pasir yang digunakan pada penelitian ini berasal dari tanah pasir yang berlokasi di Sungai Palu. Sampel yang digunakan untuk uji model dan sifat-sifat indeks tanah menggunakan sampel tidak terganggu. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan alat-alat sederhana seperti sekop dan karung. Prosedurnya adalah, permukaan tanah digali ± 50 cm untuk membersihkan kotoran/top soil, setelah itu material diambil dan dimasukkan ke dalam karung dan selanjutnya dibawa ke Laboratorium. Dalam pengujian ,sampel pasir yang digunakan harus dalam keadaan kering, maka material yang kita bawa ke laboratorium dikeringkan di udara terbuka.
- b. Cerucuk Sampel kayu yang digunakan merupakan jenis kayu nantu dengan jumlah dan panjang yang bervariasi dan diameter yang tetap.

3.2. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan yang dilakukan meliputi a. Uji sifat fisik material pasir :distribusi ukuran butir, kadar air, berat isi kering maksimum dan berat isi kering minimum serta berat jenis.

3.3. Deskripsi Uji Model di Laboratorium

Uji model ini dilakukan dengan menggunakan kotak berukuran 80 cm x 80 cm x 80 cm, terbuat dari baja yang sekelilingnya diperkaku dengan plat-plat baja guna menahan gaya lateral yang mungkin timbul. Kedalaman tanah pasir yang disusun pada setiap uji pembebanan adalah tidak kurang 2 x lebar pondasi ($>2 \times 15$ cm), hal ini dilakukan untuk menghindari distorsi daya dukung tanah pasir, akibat berperannya dinding lapisan bawah dari kolam pasir. Dalam penelitian ini tinggi pasir dalam kotak adalah 70 cm $> 2 \times$ lebar pondasi (15 cm). Pembebanan akan dilakukan dengan menggunakan hidraulik jack berkapasitas 10 ton, pada pusat luasan pondasi (beban simetris).

4. Pembahasan

Tabel 1. Nilai Daya Dukung Ultimit dan Persentase Daya Dukung Terhadap Variasi panjang Cerucuk

Variasi	Variasi Pemodelan	Daya Dukung Ultimit (kN/m ²)	Persentase Peningkatan Daya Dukung (%)	Selisih Peningkatan Daya Dukung (%)	Penurunan (mm)
Varias	2	30 cm	90,0	0,0	6,2
		40 cm	98,0	4,3	2,8
		50 cm	120,0	27,7	4,5
Panjang dan Jumlah Cerucuk	3	30 cm	105,0	11,7	6,2
		40 cm	135,0	43,6	7,0
		50 cm	140,0	48,9	9,0
4	30 cm	115,0	22,3	4,0	
	40 cm	125,0	33,0	3,5	
	50 cm	205,0	118,1	10,0	

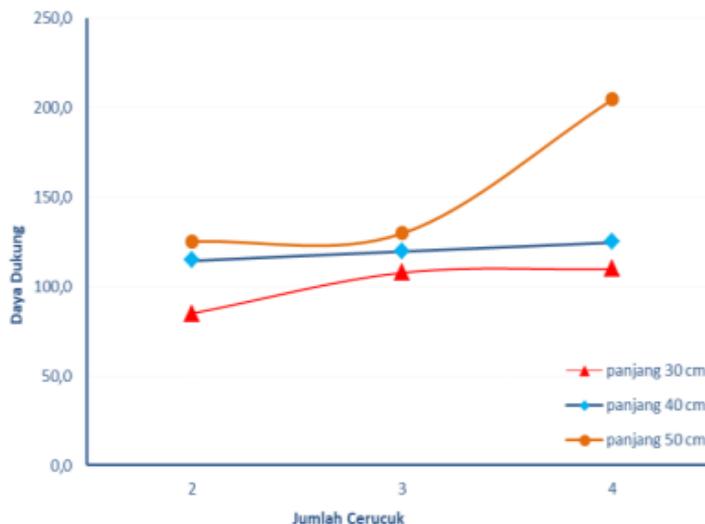
Tabel 1 memperlihatkan persentase peningkatan daya dukung pada variasi panjang cerucuk terhadap nilai daya dukung tanpa perkuatan, selisih peningkatan daya dukung antara persentase daya dukung panjang cerucuk yang berbeda beda, serta penurunan yang terjadi. Nilai persentase tertinggi terjadi pada variasi pemodelan 4 buah cerucuk dengan panjang 50 cm dengan nilai 118,1%.

Tabel 2. Hasil Pengujian Daya Dukung Terhadap Variasi Jumlah Cerucuk

Variasi	Variasi Pemodelan	Daya Dukung Ultimit (kN/m ²)	Persentase Peningkatan Daya Dukung (%)	Selisih Peningkatan Daya Dukung (%)	Penurunan (mm)
Varias	2	85,0	0,0	3,5	
	30 cm	3	108,0	14,9	7,2
		4	110,0	17,0	3,0
Panjang Dan Jumlah Cerucuk	2	115,0	22,3	6,3	
	40 cm	3	120,0	27,7	4,2
		4	125,0	33,0	5,0
50 cm	2	125,0	33,0	7,2	
	3	130,0	38,3	5,8	
	4	205,0	118,1	10,0	

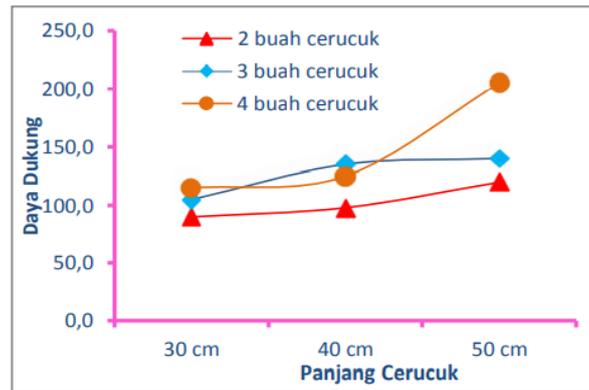
Pada Tabel 2 memperlihatkan persentase peningkatan daya dukung pada variasi jumlah cerucuk terhadap nilai daya dukung tanpa perkuatan, selisih peningkatan daya dukung antara persentase daya dukung jumlah cerucuk yang berbeda beda, serta penurunan yang terjadi. Persentase peningkatan daya dukung terbesar terjadi pada variasi panjang 50 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah dengan nilai sebesar 118,1%. Secara keseluruhan dari pengujian daya dukung di Laboratorium diketahui bahwa penambahan panjang dan jumlah cerucuk menunjukkan adanya peningkatan daya dukung batas (qult). Selain itu persentase peningkatan daya dukung batas yang terus meningkat, sehingga cerucuk berpengaruh dalam peningkatan daya dukung. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan cerucuk kayu dapat meningkatkan daya dukung batas.

Dari variasi yang dibuat yang sangat berpengaruh terhadap peningkatan daya dukung batas (qult) adalah variasi penambahan panjang cerucuk, dilihat dari nilai daya dukung batas yang diperoleh lebih besar dari pada daya dukung dari penambahan jumlah cerucuk, serta selisih atau persentase peningkatan daya dukung pada variasi jumlah lebih kecil di bandingkan variasi panjang cerucuk yaitu 20,4% dengan 27,5%. Dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi panjang cerucuk sangat berpengaruh pada peningkatan nilai daya dukung tanah terhadap tanpa perkuatan. Nilai daya dukung ultimit (qult) terhadap variasi panjang dan jumlah cerucuk.



Gambar 1. Grafik Nilai Daya Dukung Ultimit (qult) Terhadap Variasi Jumlah Cerucuk

Grafik pada Gambar 1 memperlihatkan kecenderungan nilai daya dukung tanah terhadap jumlah cerucuk dari jumlah 2 buah sampai 4 buah, seiring dengan bertambahnya jumlah cerucuk nilai daya dukung yang diperoleh semakin meningkat. Nilai daya dukung terbesar terjadi pada variasi jumlah 4 buah dengan panjang 50 cm.



Gambar 2. Grafik Nilai Daya Dukung Ultimit (qult) Terhadap Variasi Panjang Cerucuk

Sedangkan pada gambar 4.12, merupakan grafik hubungan antara daya dukung terhadap panjang cerucuk mulai dari 30 cm sampai 50 cm, sama halnya dengan gambar 4.11, grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.12 memperlihatkan nilai daya dukung yang semakin besar seiring bertambahnya panjang cerucuk yang digunakan

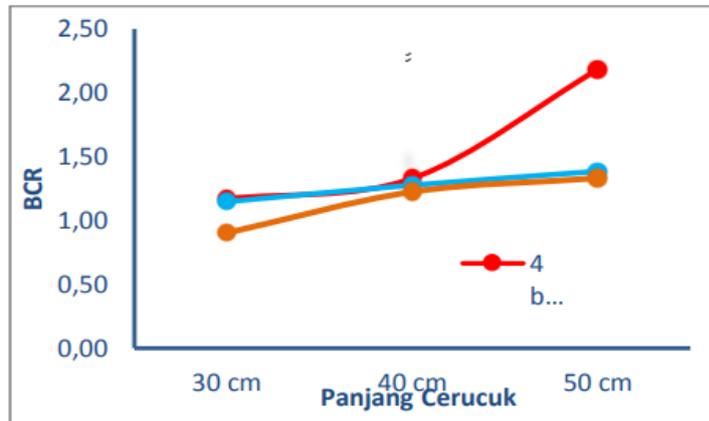
4.2.1 Analisis *Bearing Capacity Ratio* (BCR)

Terhadap Panjang dan Jumlah Cerucuk Setelah didapatkan nilai daya dukung ultimit (qult) dari masing-masing variasi selanjutnya perlu diketahui seberapa besar kinerja cerucuk dalam meningkatkan daya dukung tanah maka dilakukan analisis dimensionless untuk menghasilkan nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR), yang daya dukung batas ultimit pondasi yang diperkuat. Tabel 3 menunjukkan nilai rasio daya dukung (BCR) yang diperoleh berbagai variasi pemodelan cerucuk. Nilai rasio daya dukung diperoleh dari penambahan jumlah cerucuk di bawah pondasi, dimana semakin panjang dan banyak jumlah cerucuk yang digunakan maka nilai BCR semakin meningkat.

Tabel 3 *Bearing Capacity Ratio* (BCR) Berbagai Variasi Pemodelan

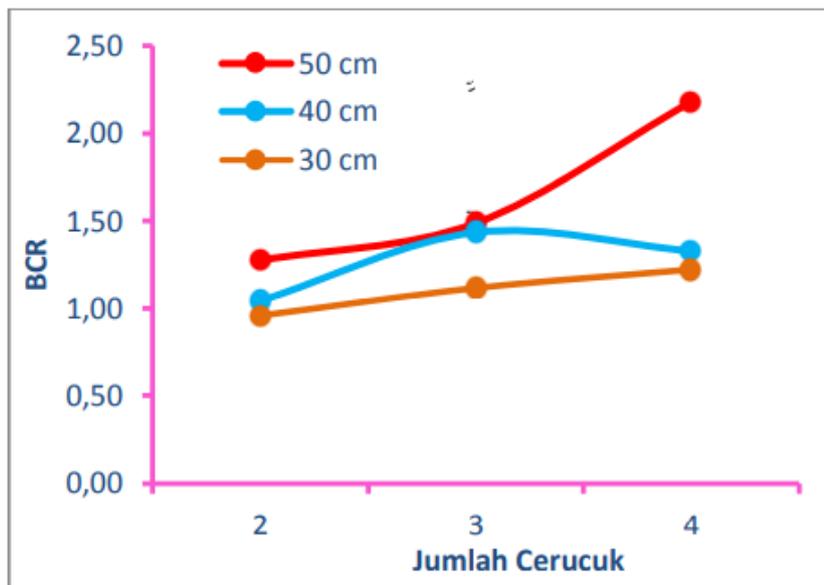
Variasi	Variasi Pemodelan	Daya Dukung (q_u) (kN/m ²)	BCR
Tanpa Perkuatan		94,00	1,00
		94,00	1,00
		94,00	1,00
Variasi Panjang dan Jumlah Cerucuk	30 cm	2	0,90
		3	1,15
		4	1,17
	40 cm	2	1,22
		3	1,28
		4	1,33
	50 cm	2	1,33
		3	1,38
		4	2,18

a. Hubungan BCR vs Panjang Cerucuk



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara BCR vs Panjang Cerucuk

Peningkatan nilai BCR paling besar terjadi pada jumlah cerucuk 4 buah dengan panjang cerucuk 50 cm dikarenakan jumlah cerucuk yang banyak dan memiliki panjang lebih, maka perubahan peningkatannya dari yang kondisi tanpa perkuatan terhadap kondisi dengan perkuatan akan lebih besar. Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 3 semakin banyak panjang cerucuk yang digunakan maka nilai BCR yang diperoleh semakin besar. b) Hubungan BCR vs Jumlah Cerucuk



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara BCR vs Jumlah Cerucuk

Gambar 4 memperlihatkan peningkatan nilai BCR seiring dari bertambahnya jumlah cerucuk yang digunakan. Peningkatan nilai BCR paling besar terjadi pada panjang cerucuk 50 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah dikarenakan jumlah cerucuk yang lebih sedikit dan lebih pendek.

5. Kesimpulan dan saran

5.1. Kesimpulan

Dari pengujian pemodelan daya dukung tanah pasir yang dilakukan dilaboratorium menggunakan perkuatan cerucuk kayu dengan variasi panjang 50 cm, 40 cm, 30 cm dan jumlah cerucuk 2, 3, 4 buah dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, sebagai berikut :

1. Nilai daya dukung batas yang diperoleh dengan menggunakan Tangent Intersection Method setelah pengujian pada kondisi tanpa perkuatan sebesar 94 kN/m².
2. Nilai daya dukung batas dengan perkuatan, untuk variasi panjang cerucuk 50 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah diperoleh nilai sebesar 205 kN/m², jumlah cerucuk 3 buah diperoleh nilai 130 kN/m², dan jumlah cerucuk 2 buah diperoleh nilai 125 kN/m². Untuk variasi panjang cerucuk 40 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah diperoleh nilai sebesar 125 kN/m², jumlah cerucuk 3 buah diperoleh nilai sebesar 120 kN/m², jumlah cerucuk 2 buah diperoleh nilai sebesar 115 kN/m². dan untuk variasi panjang 30 cm dengan jumlah cerucuk 4 buah diperoleh nilai sebesar 110 kN/m², jumlah cerucuk 3 buah diperoleh nilai sebesar 108 kN/m², jumlah cerucuk 2 buah diperoleh nilai sebesar 85 kN/m².
3. Nilai daya dukung batas yang diperoleh dengan menggunakan rumus Terzaghi dan nilai daya dukung batas yang diperoleh dengan pemodelan tanpa perkuatan hasilnya berbeda, disebabkan ukuran sampel yang tidak sama dan kesulitan membentuk kepadatan pada bak uji dibandingkan pemodelan pada cincin.
4. Dari pengujian pemodelan daya dukung tanah dengan menggunakan variasi panjang 50 cm, 40 cm dan 30 cm serta jumlah cerucuk 2, 3, dan 4 buah sangat berpengaruh terhadap nilai daya dukung tanah, dilihat dari hasil pengujian nilai daya dukung yang diperoleh meningkat dari pengujian tanpa perkuatan.
5. Dari pengujian pemodelan yang dilakukan di laboratorium diperoleh nilai BCR (Bearing Capacity Ratio). Nilai BCR yang diperoleh tentunya mengalami peningkatan disetiap pemodelan yang terjadi, dan nilai terbesar terjadi pada variasi Panjang 50 cm dengan Jumlah cerucuk 4 buah.
6. Nilai rata-rata persentase peningkatan daya dukung dengan variasi jumlah sebesar 20,4% dan variasi panjang sebesar 27,5%, dapat disimpulkan bahwa variasi panjang lebih berpengaruh terhadap peningkatan daya dukung tanah dari pada variasi jumlah.

5.2. Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan lebih berkembang dengan memperhatikan saran-saran berikut:

1. Pembebanan pada penelitian ini masih menggunakan Hidraulic jact yang digerakkan secara manual, untuk data yang lebih akurat disarankan untuk menggunakan mesin penekan (Loading

cell) yang dilengkapi dengan Proving Ring yang digerakkan secara mekanis dengan motor elektrik.

2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi jumlah lebih dari 4 buah cerucuk dan panjang lebih dari 50 cm serta kondisi kerapatan relatif yang bervariasi pula.

Daftar Pustaka

- Adi. T. W. (2011). "Pengaruh Penggunaan Cerucuk Pada Tanah Lanau Kepasiran Berdasarkan Uji Traksial Terkonsolidasi Takterdrainasi". Tugas Akhir. Universitas Indonesia. Depok.
- Akhmad A. (2016). "Pengaruh Perkuatan Geotekstil Terhadap Daya Dukung Pada Tanah Berpasir". Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Tadulako. Palu.
- Bowles. J.E. (1991). "Sifat-sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)". Edisi Kedua. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Darwis. (2017). " Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah". Edisi Pertama. Penerbit Pustaka AQ. Yogyakarta.
- Das, B. M. (2010). Principles Of Geotechnical Engineering (Sixth Edition). Cengage Learning. Stamford.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). Analisis & Perancangan Fondasi Bangunan Bagian 1. Edisi -2. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Santosa,B., Suprpto, H., HS, Suryadi. (1998). Dasar Mekanika Tanah. Gunadarma. Depok. Ucik. N. (2011). "Pengaruh Penggunaan Cerucuk Terhadap Kuat Geser Tanah Kaolin Dengan Uji Traksial Terkonsolidasi Tak Terdrainasi". Tugas Akhir. Universitas Indonesia. Depok