

Perkuatan Tanah Pasir Medium Menggunakan Cerucuk Bambu Di Zona Pasif Dan Geser Radial Pada Pondasi Dangkal

Reinforcement of Medium Sand Soil Using Bamboo Chips in Passive Zone and Radial Shear in Shallow Foundations

Erwan Andreanto¹⁾, Arief Alihudien²⁾, Ilanka Cahya Dewi³⁾

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: erwanandreanto19@gmail.com

² Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ariefalihudien@unmuhjember.ac.id

³ Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ilankadewi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengkaji efektivitas penggunaan cerucuk bambu sebagai metode perkuatan tanah pasir medium pada pondasi dangkal, khususnya di zona pasif dan zona geser radial. Uji laboratorium dilakukan dengan model fisik berskala kecil menggunakan variasi kedalaman cerucuk (5 cm, 10 cm, dan 15 cm) serta jarak antar cerucuk (2,5 cm, 5 cm, dan 7,5 cm). Evaluasi dilakukan berdasarkan nilai daya dukung ultimit (qult) dan Bearing Capacity Ratio (BCR). Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan rasio kedalaman cerucuk terhadap lebar pondasi (z/B) berbanding lurus dengan peningkatan BCR, sedangkan peningkatan rasio jarak antar cerucuk terhadap lebar pondasi (d/B) menunjukkan tren penurunan BCR. Nilai BCR tertinggi sebesar 1,59 tercapai pada kombinasi kedalaman 15 cm dan jarak antar cerucuk 2,5 cm. Koefisien determinasi (R^2) pada analisis regresi mencapai 0,9423–1,0000, yang mengindikasikan hubungan yang sangat kuat antara parameter perkuatan dengan peningkatan daya dukung tanah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa konfigurasi kedalaman cerucuk yang lebih dalam serta jarak yang lebih rapat secara signifikan mampu meningkatkan stabilitas pondasi dangkal di atas tanah pasir medium.

Kata Kunci: Cerucuk; Rasio; Pasir; Pondasi; Tanah.

Abstract

This study examines the effectiveness of using bamboo cribs as a method of reinforcing medium sand soils in shallow foundations, particularly in the passive zone and radial shear zone. Laboratory tests were carried out with a small-scale physical model using variations in the depth of the cores (5 cm, 10 cm, and 15 cm) and the spacing between cores (2.5 cm, 5 cm, and 7.5 cm). Evaluation was conducted based on the ultimate bearing capacity (qult) and Bearing Capacity Ratio (BCR) values. The test results showed that an increase in the ratio of the depth of the pile to the foundation width (z/B) was directly proportional to the increase in BCR, while an increase in the ratio of the spacing between the piles to the foundation width (d/B) showed a downward trend in BCR. The highest BCR value of 1.59 was achieved at the combination of 15 cm depth and 2.5 cm spacing. The coefficient of determination (R^2) in the regression analysis reached 0.9423-1.0000, indicating a very strong relationship between the reinforcement parameters and the increase in soil bearing capacity. The study concludes that the configuration of deeper depths and tighter spacing significantly improves the stability of shallow foundations on medium sand soils.

Keywords: Pile; Ratio; Sand; Foundation; Soil.

1. PENDAHULUAN

Pondasi dangkal merupakan jenis pondasi yang umum digunakan pada bangunan ringan hingga sedang, dengan kedalaman kurang dari lebar pondasi ($D_f/B < 4$) (Aisah & Dhiniati, 2023). Kekuatan pondasi ini bergantung pada luas bidang kontak terhadap tanah pendukung. Salah satu jenis tanah yang sering dijumpai adalah tanah pasir medium, yaitu tanah non-kohesif dengan gradasi butiran antara saringan no. 10 dan 40 (Sholihah et al., 2020). Tanah ini memiliki stabilitas rendah dan berpotensi likuifaksi, terutama saat jenuh air.

Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, merupakan wilayah dengan dominasi tanah pasir medium berkepadatan lepas hingga sedang, sehingga berisiko mengalami penurunan kekuatan dan daya dukung (Arief Alihudien., 2022). Oleh karena itu, diperlukan metode perkuatan tanah, salah satunya menggunakan cerucuk bambu. Cerucuk bambu dikenal sebagai material perkuatan yang ringan, kuat tarik tinggi, dan ramah lingkungan (Ramdhani et al., 2020). Penelitian ini fokus pada dua zona penting dalam pondasi dangkal, yaitu zona pasif yang menerima gaya lateral dari luar, dan zona geser radial yang mengalami deformasi akibat gaya geser tanah (Novianto et al., 2022). Melalui pengujian skala laboratorium, dilakukan variasi jarak dan kedalaman cerucuk bambu untuk menilai pengaruhnya terhadap peningkatan daya dukung dan stabilitas tanah pasir medium.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas cerucuk bambu sebagai perkuatan tanah, dengan membandingkan kondisi tanah sebelum dan sesudah diberi cerucuk, serta menentukan konfigurasi cerucuk yang optimal dalam mendukung pondasi dangkal pada tanah pasir medium.

Adapun permasalahan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kedalaman pemasangan cerucuk di zona pasif dan zona geser radial terhadap daya dukung pondasi dangkal?
2. Bagaimana pengaruh jarak pemasangan cerucuk di zona pasif dan zona geser radial terhadap daya dukung pondasi dangkal?

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi kedalaman pemasangan cerucuk bambu di zona pasif dan zona geser radial terhadap peningkatan daya dukung pondasi dangkal pada tanah pasir medium.
2. Mengetahui pengaruh variasi jarak antar cerucuk bambu di zona pasif dan zona geser radial terhadap peningkatan daya dukung pondasi dangkal pada tanah pasir medium.

Selain itu, terdapat batas penelitian ini antara lain:

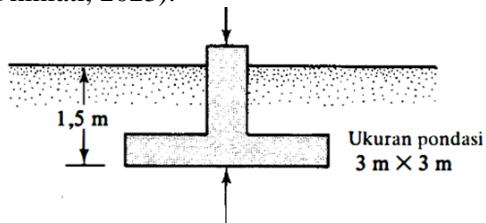
1. Penelitian ini hanya berfokus pada tanah pasir medium yang diambil dari lokasi Di Kawasan Dekat Pantai Puger, Kabupaten Jember, sehingga hasilnya mungkin tidak dapat digeneralisasi untuk jenis tanah lain.
2. Topik penelitian yang dibahas hanya perkuatan daya dukung tanah pasir medium dengan uji laboratorium menggunakan cerucuk bambu.
3. Hanya menggunakan variasi diameter cerucuk 1 ukuran, jarak 2,5 cm, 5 cm dan 7,5 cm serta kedalaman 5 cm, 10 cm dan 15 cm, jenis bambu lain tidak akan dianalisis dalam penelitian ini.
4. Ukuran box $45 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 33 \text{ cm}$ dengan bantuan alat uji CBR laboratorium untuk mendapatkan nilai q ultimit.
5. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya.
6. Peraturan dan pedoman yang digunakan dalam analisa adalah SNI 8460 : 2017 tentang “Persyaratan Perencanaan Geoteknik”, untuk perencanaan pondasi.
7. Perhitungan daya dukung tanah (q_{ult}) diperoleh dari grafik hasil analisa hubungan beban persatuan luas dan penurunan jarak dengan menggunakan *Double Intersection Method* (Metode Dua Garis Tegak Lurus).

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pondasi Dangkal (*Shallow Foundation*)

Pondasi dangkal digunakan apabila letak tanah kerasnya berada dekat dengan permukaan tanah dan tidak terlalu dalam yakni kedalaman pondasi kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$). Kapasitas daya dukung pondasi dangkal ialah kemampuan tanah dibawah

pondasi menahan beban yang diteruskan oleh pondasi dangkal. Pondasi dangkal umumnya digunakan pada kondisi tanah yang stabil dan memiliki daya dukung yang memadai (Aisah & Dhiniati, 2023).



Gambar 1. Pondasi Dangkal

Sumber : Elpitah et al, 2023

Pondasi dangkal meliputi pondasi setempat, menerus, pelat beton, cakar ayam, dan sarang laba-laba. Jenis pondasi ini bekerja dengan mendistribusikan dan menahan beban struktur pada tanah di bawahnya, serta umum digunakan untuk bangunan bertingkat rendah atau beban ringan. Konstruksinya mudah diperbaiki karena dekat permukaan tanah (Aisah & Dhiniati, 2023). Pondasi ini juga cocok untuk tanah dengan daya dukung baik pada kedalaman dangkal karena mampu menyebarluaskan beban secara merata.

B. Tanah Pasir Medium

Tanah pasir medium merupakan tanah non-kohesif tanpa batas plastis, namun dapat menunjukkan kohesi semu saat jenuh atau hampir kering. Berdasarkan Arief Alihudien (2022), tanah di Kecamatan Puger tergolong pasir loose hingga medium, dengan potensi likuifikasi dan penurunan kekuatan, sehingga memerlukan perkuatan.

Menurut Braja M. Das, ukuran pasir medium 0,25–0,5 mm, sedangkan Bowles menyebut antara No. 40 (0,425 mm)–No. 10 (2,0 mm), dengan sudut geser tinggi dan permeabilitas baik. Hardiyatmo menekankan bahwa kekuatannya sangat dipengaruhi kerapatan; jika longgar, berisiko penurunan signifikan. Pasir memiliki kekuatan geser dan daya dukung lebih rendah dibanding lempung. Jika beban melebihi kapasitasnya, dapat terjadi penurunan tak merata dan retak struktural, terutama jika disertai erosi atau pemedatan buruk. Sistem klasifikasi seperti USCS dan

AASHTO membantu mengenali sifat tanah, meskipun tidak sepenuhnya mencerminkan kompleksitas perilaku tanah.

C. Sistem Klasifikasi Tanah

Menurut klasifikasi USCS, pasir medium berukuran 0,425–2,0 mm dan memiliki kekuatan geser serta daya dukung lebih rendah dibanding lempung. Jika beban melebihi kapasitasnya, risiko penurunan tidak merata dan keretakan struktur meningkat, terutama bila terjadi erosi atau pemedatan buruk. Oleh karena itu, perkuatan tanah diperlukan untuk menjaga kestabilan pondasi.

Dalam geoteknik, klasifikasi tanah umumnya menggunakan sistem USCS dan AASHTO untuk mengelompokkan tanah berdasarkan sifat fisik dan fungsinya. Namun, tidak ada sistem klasifikasi tunggal yang dapat menggambarkan seluruh perilaku tanah karena kompleksitas dan keragamannya.

D. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah menahan beban tanpa mengalami keruntuhan atau penurunan berlebih. Konsep ini diperkenalkan oleh Terzaghi (1943) dan terus dikembangkan. Pada tanah pasir medium yang kohesinya rendah, daya dukung sangat bergantung pada ukuran butir, kepadatan relatif, dan muka air tanah.

Evaluasi daya dukung dapat dilakukan dengan metode *Tangent Intersection*, yang menentukan nilai *qult* dari grafik beban–penurunan, dan diacu dalam SNI 8460:2017. Parameter penting seperti modulus elastisitas dan rasio Poisson digunakan dalam analisis deformasi, sehingga diperlukan uji laboratorium dan lapangan untuk perancangan pondasi yang tepat dan aman.

E. Cerucuk Bambu

Cerucuk bambu adalah metode perkuatan tanah yang umum digunakan pada kondisi tanah tidak stabil seperti pasir lepas atau jenuh air. Batang bambu berdiameter 8–15 cm dipasang vertikal untuk meningkatkan daya dukung lokal dan mencegah deformasi, terutama efektif pada pasir medium dengan memanfaatkan friksi sisi dan tahanan ujung. Bambu petung (*Dendrocalamus asper*) sering digunakan

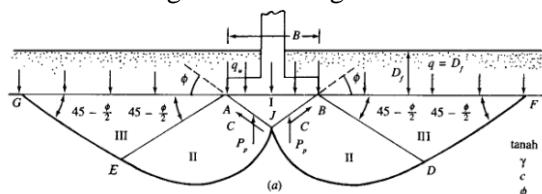
karena memiliki kekuatan tekan tinggi (hingga 80 MPa), dinding batang tebal, dan tahan terhadap kelembaban. Sifatnya yang ringan dan fleksibel memungkinkan pemasangan tanpa alat berat, serta ramah lingkungan karena material terbarukan dan berjejak karbon rendah.

Secara mekanis, cerucuk bambu bekerja seperti pondasi tiang dalam: menyalurkan beban melalui friksi sisi dan tahanan ujung ke lapisan tanah yang lebih dalam. Efektivitasnya dipengaruhi oleh kondisi tanah, dimensi bambu, dan metode pemasangan. Selain memperkuat daya dukung, cerucuk bambu juga mengurangi penurunan diferensial, menjadikannya solusi struktural sekaligus ekologis yang sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan.

F. Zona Pasif dan Zona Geser radial

Zona pasif adalah area di mana tanah memberikan tahanan maksimum terhadap tekanan atau pergerakan struktur, berbeda dengan zona aktif yang mengalami pelepasan tekanan lateral. Zona ini krusial dalam analisis stabilitas tanah dan pondasi karena berperan dalam menahan gaya lateral, terutama pada tanah granular seperti pasir.

Sementara itu, zona geser radial adalah area di sekitar pondasi yang mengalami deformasi lateral akibat beban vertikal. Gaya geser menyebar secara radial dari pusat beban karena distribusi tegangan yang tidak merata. Zona ini penting dalam menganalisis stabilitas pondasi karena menjadi titik kritis terjadinya pergeseran atau keruntuhan lokal, khususnya pada tanah dengan kekuatan geser rendah.



Gambar 2. Analisis Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi
Sumber : Mekanika Tanah Jilid 1I, 1993

Pada pondasi dangkal, terdapat dua zona penting dengan karakteristik yang berbeda:

1. Zona Pasif merupakan area tanah yang mengalami kompresi akibat beban vertikal pondasi. Zona ini bersifat elastis dan

mengalami konsolidasi, berkontribusi besar terhadap daya dukung pondasi. Perencanaan pondasi yang baik bertujuan memaksimalkan peran zona ini.

2. Zona Geser Radial adalah area yang mengalami deformasi lateral akibat pembebanan. Stabilitas pondasi di zona ini bergantung pada ketahanan geser tanah, seperti kohesi. Jika kapasitas geser terlampaui, dapat terjadi penurunan atau keruntuhan, terutama saat beban dinamis atau kondisi lingkungan berubah.

3. METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

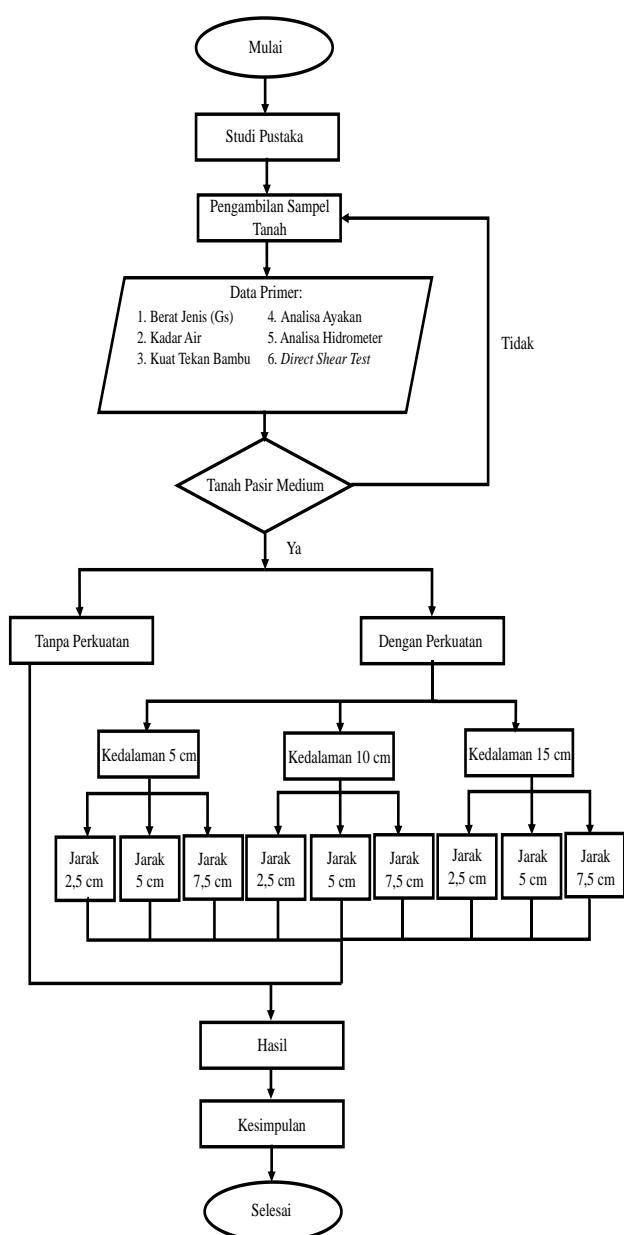
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember, yang berlokasi di Jl. Karimata No. 49, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Adapun pengambilan sampel tanah pasir dan data lapangan dilakukan di Desa Puger Kulon, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember. Lokasi ini dipilih karena karakteristik tanahnya sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dokumentasi lokasi pengambilan sampel diperoleh melalui Google Maps sebagai referensi visual posisi geografis wilayah penelitian.



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel
Sumber : Website Google Maps, 2024

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disusun secara sistematis agar proses berjalan efisien dan menghasilkan data yang valid serta dapat dianalisis sesuai tujuan. Penelitian ini mencakup langkah-langkah mulai dari perencanaan awal hingga analisis data dan penyusunan laporan akhir, sehingga setiap tahapan terkontrol dan hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

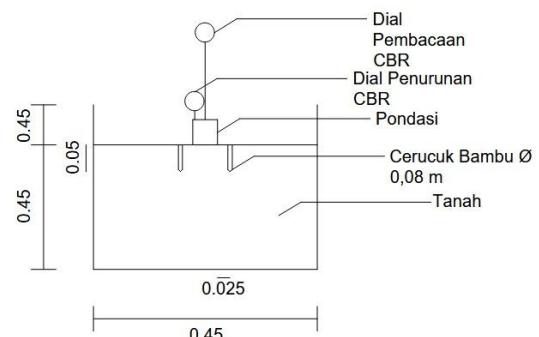


Gambar 4. Tahapan Penelitian
 Sumber : Data Penelitian, 2024

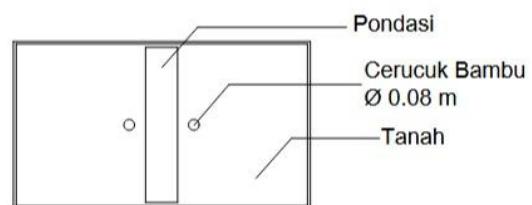
C. Model Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengkaji efektivitas cerucuk bambu sebagai perkuatan pada pondasi dangkal di atas tanah pasir medium. Pengujian dilakukan secara eksperimental di laboratorium menggunakan model skala kecil, baik dengan maupun tanpa perkuatan, untuk menganalisis pengaruh cerucuk dalam mengurangi penurunan dan meningkatkan daya dukung tanah. Model uji

ditempatkan dalam kotak berisi tanah pasir medium, lalu dipasang cerucuk bambu di bawah pondasi dengan variasi kedalaman (5 cm, 10 cm, 15 cm) dan jarak antar cerucuk (2,5 cm, 5 cm, 7,5 cm). Setiap kombinasi diuji secara bertahap untuk mengevaluasi stabilitas pondasi.



Gambar 5. Model Penelitian (Potongan)
 Sumber : Data Penelitian, 2024



Gambar 6. Model Penelitian (Tampak Atas)
 Sumber : Data Penelitian, 2024

D. Pengujian Tanah

Dalam penelitian penggunaan cerucuk bambu untuk mengukur respons tanah pasir medium terhadap daya dukung pondasi dangkal dilakukan pengujian tanah di laboratorium mekanika tanah, tahapan awal pada pengujian tanah ini adalah:

1. Uji Spesific Gravity

Spesifik gravity atau berat jenis merupakan rasio antara berat satuan material padat tanah terhadap berat satuan air. Prosedur ini dilakukan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan nilainya dan menetukan berat jenis tanah asli.

2. Uji Kadar Air

Kadar air tanah adalah satu parameter penting karena mempengaruhi sifat fisik dan mekanik tanah, terutama kekuatannya. Pada pengujian ini, prosentase berat air sebuah tanah

pada berat tanah kering dinyatakan dengan persen.

3. Uji Kuat Tekan Bambu

Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan bambu secara mendatar di alat uji tekan, lalu ditekan dari atas hingga retak atau patah untuk mengetahui beban maksimal yang dapat ditahan. Kuat tekan merupakan kemampuan tanah untuk menahan beban tekan hingga tanah mengalami kegagalan. Pengujian ini penting untuk mengevaluasi sejauh mana tanah yang telah diperkuat dengan cerucuk bambu mampu menahan beban pondasi dan berfungsi untuk mengetahui kekuatan bambu terhadap gaya tekan horizontal.

4. Uji Analisa Ayakan

Pengujian ini memiliki tujuan dalam mengkategorikan tanah ataupun dalam menetapkan ukuran berbagai butiran tanahnya.

5. Uji Analisa Hidrometer

Pengujian ini mempunyai tujuan menentukan butiran tanah dan saringan berdiameter 0,074 mm (no.200) melalui mempergunakan alat hydrometer.

6. Uji *Direct Shear Test*

Uji geser langsung (*Direct Shear Test*) adalah metode yang digunakan untuk menentukan kekuatan geser tanah dengan cara menggeser contoh tanah yang diberi beban normal. Pengujian ini umumnya dilakukan pada tanah pasir dan dilakukan dalam kondisi drained, di mana air dalam pori tanah diizinkan untuk keluar selama proses pembebangan.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Tanah di Laboratorium

Adapun macam-macam pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah yaitu:

1. Berat Jenis Tanah (GS)

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

Sampel Kode	Satuan	1	2
Berat Piknometer (W10)	gr	160,20	172,80
Berat Piknometer +Air (W11)	gr	657,60	669,40
Berat Piknometer + air + tanah (W12)	gr	723,80	732,60
Berat Cawan (W1)	gr	82,20	83,20
Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	gr	666,60	686,40
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	gr	189,00	183,20

Sampel Kode	Satuan	1	2
Berat air (W8 = W2-W3)	gr	477,60	503,20
Berat Tanah Kering (W13=W9=W3-W1)	gr	106,80	100,00
Temperatur			
Campuran Tanah + air (T1°C)	°C		30
GS (Pada T1° C) =	%	2,63	2,72
Correction Factor, a		0,9974	0,9974
GS (pada 20°C) =			
a*Gs (pada T1°C)		2,62	2,71
Gs rata-rata			2,67

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

2. Kadar Air Tanah

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Sampel 1

Sampel 1	Satuan	1	2	3
Berat cawan (W1)	gr	13,80	13,20	14,20
Berat cawan+tanah basah (W2)	gr	48,60	42,60	38,20
Berat cawan+tanah kering (W3)	gr	46,40	41,20	36,60
Berat air (W8=W2-W3)	gr	2,20	1,40	1,60
Berat tanah kering (W9=W3-W1)	gr	32,60	28,00	22,40
Kadar air tanah terganggu	%	6,75	5,00	7,14
Kadar air rata-rata, $\bar{w}\%$	%			6,30

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

3. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Sampel 2

Sampel 2	Satuan	1	2	3
Berat cawan (W1)	gr	14,00	12,80	14,60
Berat cawan+tanah basah (W2)	gr	50,40	63,40	81,60
Berat cawan+tanah kering (W3)	gr	38,40	49,20	60,30
Berat air (W8=W2-W3)	gr	12,00	14,20	21,30
Berat tanah kering (W9=W3-W1)	gr	24,40	36,40	45,70
Kadar air tanah terganggu	%	49,18	39,01	46,61
Kadar air rata-rata, $\bar{w}\%$	%			44,93

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Sampel 3

Sampel 3	Satuan	1	2	3
Berat cawan (W1)	gr	13,20	12,80	14,00
Berat cawan+tanah basah (W2)	gr	36,30	42,50	45,70
Berat cawan+tanah kering (W3)	gr	34,20	39,70	42,70
Berat air (W8=W2-W3)	gr	2,10	2,80	3,00
Berat tanah kering (W9=W3-W1)	gr	21,00	26,90	28,70
Kadar air tanah terganggu %	%	10,00	10,41	10,45
Kadar air rata-rata, %	%			10,29

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

3. Kuat Tekan Bambu

Cerucuk bambu solid diameter 8 mm diuji secara horizontal dengan UCT, menghasilkan momen kapasitas 0,60; 0,57; dan 0,82 kg/m, dengan rata-rata 0,65 kg/m. Hasil ini menunjukkan efektivitas bambu dalam menahan beban lateral dan potensinya sebagai material perkuatan tanah.

4. Analisa Ayakan

Tabel 5. Hasil Pengujian Analisa Ayakan

Saringan					
No	mm	Berat no	Berat basko m	Baskom + tanah basah	Baskom + tanah kering yang terendap
4	4,46	1	30,8	34,40	31,40
10	2	2	31,2	36,00	33,70
20	0,85	3	30	46,80	74,80
40	0,43	4	66,6	87,80	133,70
60	0,25	5	83,6	266,80	185,30
120	0,11	6	86,4	502,60	258,30
200	0,08	7	84	119,00	148,50
pan		8	90,2	864,90	133,80
			Total		
			Berat sampel %kehilangan		

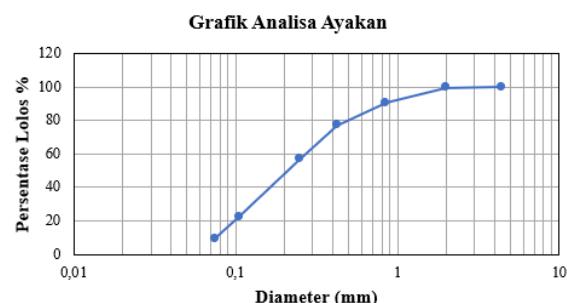
Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 6. Lanjutan Hasil Pengujian Analisa Ayakan

Berat tanah tertahan	Komulatif tanah	Persen tanah tertahan	Komulatif % tertahan	Komulatif % lolos
0,60	0,60	0,12	0,12	99,88
2,50	3,10	0,50	0,62	99,38
44,80	47,90	8,96	9,58	90,42
67,10	115,00	13,42	23,00	77,00
101,70	216,70	20,34	43,34	56,66

Berat tanah tertahan	Komulatif tanah	Persen tanah tertahan	Komulatif % tertahan	Komulatif % lolos
171,90	388,60	34,38	77,72	22,28
64,50	453,10	12,90	90,62	9,38
43,60	496,70	8,72	99,34	0,66
496,7			99,34	
			500	0,66

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 7. Analisa Ayakan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

5. Analisa Hidrometer

Tabel 7. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer

Waktu (mnt)	Start (jam)	R Data	Presentase butiran halus %	
			Rep	%
15	14.50.15	41	43,80	87,60
30	14.50.30	40	42,80	85,60
1	14.51	38	40,80	81,60
2	14.52	37	39,80	79,60
4	14.54	34	36,80	73,60
8	14.58	33	35,80	71,60
15	15.05	30	32,80	65,60
30	15.20	29	31,80	63,60
60	15.50	27	29,80	59,60
120	16.50	27	29,80	59,60
240	18.50	26	28,80	57,60
480	22.50	26	28,80	57,60
1440	14.50	25	27,80	55,60
2880	14.50	24	26,80	53,60

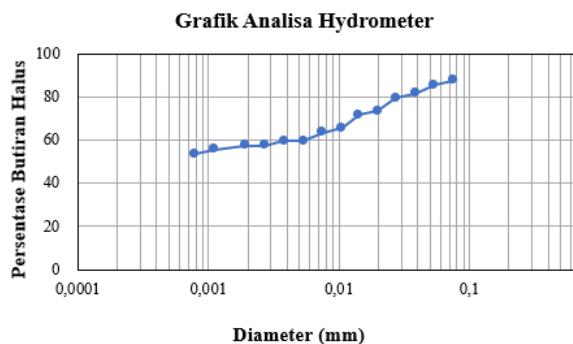
Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 8. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer

L cm	A	D cm	T
9,50	0,0122	0,0750	0,25
9,80	0,0122	0,0539	0,5
10,10	0,0122	0,0387	1
10,20	0,0122	0,0275	2
10,70	0,0122	0,0199	4
10,90	0,0122	0,0142	8
11,40	0,0122	0,0106	15
11,50	0,0122	0,0075	30
11,80	0,0122	0,0054	60
11,80	0,0122	0,0038	120
12,00	0,0122	0,0027	240
12,00	0,0122	0,0019	480

L cm	A	D cm	T
12,20	0,0122	0,0011	1440
12,40	0,0122	0,0008	2880

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 8. Analisa Hidrometer

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Hasil perhitungan analisis hidrometer menunjukkan bahwa persentase butiran halus dalam sampel tanah mencapai 87,60% pada menit ke-15. Kandungan butiran halus yang tinggi ini sangat memengaruhi karakteristik teknik tanah, termasuk daya dukung tanah.

6. Direct Shear Test

Tabel 9. Hasil Perhitungan Sampel Tanah

No	Gamma tanah gr/cm ³	Berat jenis Gs	Gamma air γ _w	Angka pori e
1	1,1	2,67	0,981	1,62
2	1,4	2,67	0,981	0,98
3	1,7	2,67	0,981	0,60

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 10. Lanjutan Hasil Perhitungan Sampel Tanah

Kadar air W _c %	Kadar Air W _c %	Tegangan s	Tegangan s	Tanah kering W _s %
10,00	0,10	0,16	16,4	100
6,00	0,06	0,16	16,2	100
4,00	0,04	0,18	17,7	100

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 11. Lanjutan Hasil Perhitungan Sampel Tanah

Berat air W _w	Tanah kering+air W	Volume m ³	tanah kering+air W gr	Kuat tekan undrained C _u kg/cm ²
10	110	0,0000625	72,97	30
6	106	0,0000625	92,87	35
4	104	0,0000625	112,77	38

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

7. Perhitungan Sampel Tanah dalam Box

Tabel 12. Hasil Perhitungan Sampel Tanah dalam Box

No	Gamma tanah γ gr/cm ³	Berat jenis Gs	Gamma air γ _w	Angka pori e
1	1,4	2,67	0,981	0,98

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 13. Lanjutan Hasil Perhitungan Sampel Tanah dalam Box

Kadar air W _c %	Kadar Air W _c %	Tegangan s	Tegangan s	Tanah kering W _s
6,00	0,06	0,16	16,2	100

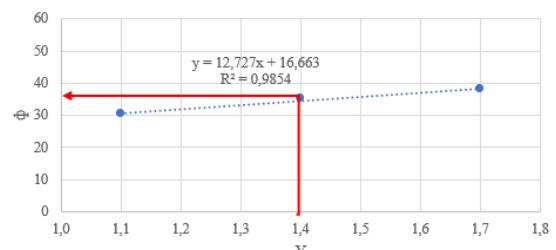
Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 14. Lanjutan Hasil Perhitungan Sampel Tanah dalam Box

Berat air W _w	Tanah kering+air W	Volume V m ³	tanah kering+air W gr	Kuat tekan undrained C _u kg/cm ²
6	106	0,0000625	92,87	35

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

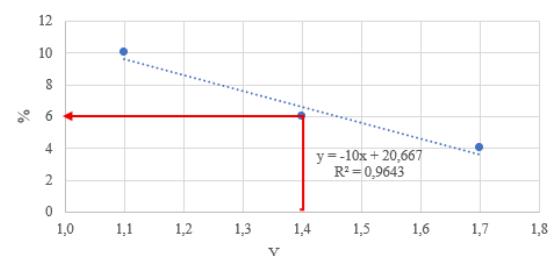
Grafik Sudut Geser Dalam



Gambar 9. Hubungan γ dan φ

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Grafik kadar Air



Gambar 10. Hubungan γ dan Kadar Air

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Berdasarkan hubungan grafik pada gambar 12 dan 13 dapat disimpulkan bahwa nilai γ

sebesar $1,4 \text{ gr/cm}^3$, nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar 35° dan nilai W sebesar 6,84%. Tanah dengan karakteristik tersebut termasuk dalam kategori tanah pasir medium berdasarkan korelasi empiris kuat geser tanah yang ditujukan pada tabel 4.14 menurut nilai ϕ .

Tabel 15. Konsistensi Tanah
Sudut Geser

Soil Consistency		ϕ (°)
<i>Very Loose</i>		ϕ 0 - 30
<i>Loose</i>		30 - 35
<i>Medium Dense</i>		35 - 40
<i>Dense</i>		40 - 45
<i>Very Dense</i>		> 45

Sumber : Mekanika Tanah Jilid I, 2002

8. Uji Pemodelan Tanpa Perkuatan Cerucuk Bambu

Pada tanah pasir medium tanpa perkuatan cerucuk bambu menunjukkan bahwa daya dukung tanah relatif rendah dan terbatas dalam menahan beban. Nilai q_u yang tercatat sebesar $6,9 \text{ kg/m}^2$ yang ditujukan pada tabel 15 dan 16 serta gambar 11.

Tabel 16. Hasil Pembacaan Pengujian CBR Laboratorium Tanpa Perkuatan Cerucuk Bambu

Waktu	Penurunan	Pembacaan arloji	Tanpa perkuatan
0	0	0	0
0,25	0,0125	31,75	1
0,5	0,025	63,5	1,5
1	0,05	127	2,8
1,5	0,075	190,5	5,5
2	0,1	254	9,3
3	0,15	381	14,5
4	0,2	508	17,2
6	0,3	762	18
8	0,4	1016	18,3
10	0,5	1270	18,7

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 17. Lanjutan Hasil Pembacaan Pengujian CBR Laboratorium Tanpa Perkuatan Cerucuk Bambu

Faktor kalibrasi	Nilai beban setelah kalibrasi	Beban (kgf)	Penetrasi (beban/luas permukaan)
32,3118	32,31	14,54	0,01
32,3118	48,47	21,81	0,01
32,3118	90,47	40,71	0,02
32,3118	177,71	79,97	0,04
32,3118	300,50	135,22	0,07
32,3118	468,52	210,83	0,12
32,3118	555,76	250,09	0,14

Faktor kalibrasi	Nilai beban setelah kalibrasi	Beban (kgf)	Penetrasi (beban/luas permukaan)
32,3118	581,61	261,73	0,14
32,3118	591,31	266,09	0,15
32,3118	604,23	271,90	0,15
32,3118	32,31	14,54	0,01

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 18. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Laboratorium Tanpa Perkuatan Cerucuk Bambu

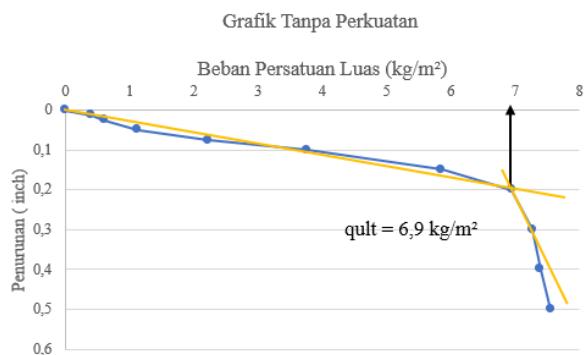
Dia l	Penur unan inchi	Kalibra si	Gaya	Konve rsi	
				Kgf	N
0	0		0	0	0
0,2	0,0125	32,3118	32,31	9,81	316,98
0,5	0,025	32,3118	48,47	9,81	475,47
1	0,05	32,3118	90,47	9,81	887,54
1,5	0,075	32,3118	177,71	9,81	1743,38
2,3	0,1	32,3118	300,50	9,81	2947,90
4	0,15	32,3118	468,52	9,81	4596,19
5	0,2	32,3118	555,76	9,81	5452,03
5,3	0,3	32,3118	581,61	9,81	5705,62
5,5	0,4	32,3118	591,31	9,81	5800,71
5,8	0,5	32,3118	604,23	9,81	5927,50

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 19. Lanjutan Hasil Perhitungan Pengujian CBR Laboratorium Tanpa Perkuatan Cerucuk Bambu

B	H	A	Mkap	Mkap	Mkap
m	m		N/m	t/m	Kg/m ²
0	0	0	0	0	0
0,05	0,25	0,01	3,96	0,0001	0,40
0,05	0,25	0,01	5,94	0,0002	0,61
0,05	0,25	0,01	11,09	0,0004	1,13
0,05	0,25	0,01	21,79	0,0006	2,22
0,05	0,25	0,01	36,85	0,0009	3,76
0,05	0,25	0,01	57,45	0,0016	5,86
0,05	0,25	0,01	68,15	0,0020	6,95
0,05	0,25	0,01	71,32	0,0021	7,27
0,05	0,25	0,01	72,51	0,0022	7,39
0,05	0,25	0,01	74,09	0,0023	7,56

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 11. Hubungan Beban Persatuan Luas dan Penurunan Tanpa Perkuatan
Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

9. Uji Pemodelan dengan Perkuatan Cerucuk Bambu Berdasarkan Variasi Kedalaman

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Jember dengan menggunakan variasi kedalaman cerucuk bambu sebesar 5 cm, 10 cm, dan 15 cm. Tanah yang digunakan memiliki berat volume (γ) sebesar 1,4 gram/cm³ dan kadar air 6,84%, sesuai hasil pengujian kuat tekan bebas sebelumnya. Nilai *qult* (daya dukung ultimit) ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 20. Hasil Permodelan dengan Variasi Kedalaman Cerucuk Bambu 5 cm

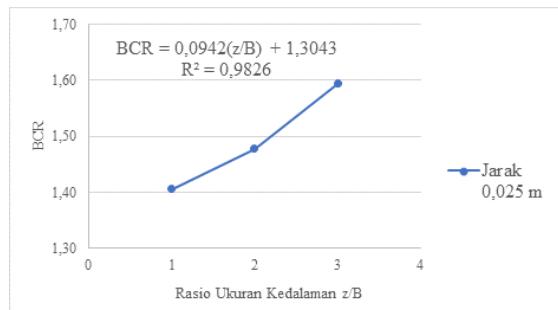
Sampel	Lebar pondasi	Jarak	Kedalaman
	B	d	z
1	0,05	0,025	0,05
2	0,05	0,025	0,10
3	0,05	0,025	0,15

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 21. Lanjutan Hasil Permodelan dengan Variasi Kedalaman Cerucuk Bambu 5 cm

Rasio z/B	q_o kg/m ²	q_{ult} kg/m ²	BCR
	kg/m ²	kg/m ²	
1	6,9	9,7	1,41
2	6,9	10,2	1,48
3	6,9	11	1,59

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 12. Hubungan Rasio z/B untuk Perkuatan Variasi Kedalaman 5 cm

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Pengaruh cerucuk bambu dengan kedalaman 5 cm dianalisis berdasarkan rasio kedalaman terhadap lebar pondasi (z/B) terhadap Bearing Capacity Ratio (BCR). Hasil regresi linier sederhana pada Gambar 4.9 menghasilkan persamaan $BCR = 0,0942(z/B) + 1,3043$ dengan nilai $R^2 = 0,9826$, yang menunjukkan bahwa

98,26% variasi BCR dipengaruhi oleh rasio z/B. Mengacu pada klasifikasi Wynne W. Chin (1998) dalam pendekatan PLS-SEM, nilai R^2 tersebut tergolong kuat ($\geq 0,67$). Kemiringan sebesar 0,0942 menunjukkan hubungan linear positif, artinya semakin besar rasio z/B, maka BCR meningkat secara proporsional. Hal ini menegaskan bahwa peningkatan kedalaman cerucuk bambu berpengaruh signifikan dalam meningkatkan daya dukung pondasi, khususnya pada tanah pasir yang diperkuat.

Tabel 22. Hasil Permodelan dengan Variasi Kedalaman Cerucuk Bambu 10 cm

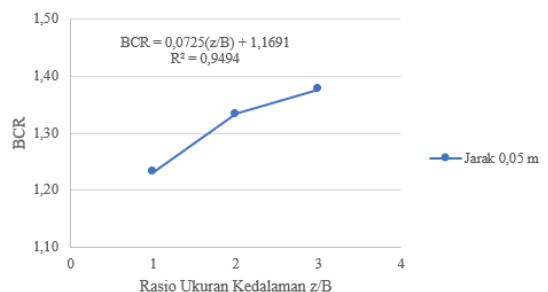
Sampel	Lebar pondasi	Jarak	Kedalaman
	B	d	z
1	0,05	0,05	0,05
2	0,05	0,05	0,10
3	0,05	0,05	0,15

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 23. Lanjutan Hasil Permodelan dengan Variasi Kedalaman Cerucuk Bambu 10 cm

Rasio z/B	q_o kg/m ²	q_{ult} kg/m ²	BCR
1	6,9	8,5	1,23
2	6,9	9,2	1,33
3	6,9	9,5	1,38

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 13. Hubungan Rasio z/B untuk Perkuatan Variasi Kedalaman 10 cm

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Pengaruh cerucuk bambu dengan kedalaman 10 cm dianalisis berdasarkan rasio kedalaman terhadap lebar pondasi (z/B) terhadap nilai Bearing Capacity Ratio (BCR). Hasil regresi linier sederhana pada Gambar 4.10 menghasilkan persamaan $BCR = 0,0725(z/B) + 1,1691$ dengan nilai $R^2 = 0,9494$, yang menunjukkan bahwa 94,94% variasi BCR

dipengaruhi oleh rasio z/B. Berdasarkan klasifikasi Wynne W. Chin (1998) dalam pendekatan PLS-SEM, nilai R^2 tersebut termasuk kategori kuat ($\geq 0,67$). Kemiringan sebesar 0,0725 menunjukkan hubungan linear positif, yaitu semakin besar rasio z/B, maka nilai BCR juga meningkat secara proporsional. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan kedalaman cerucuk memberikan kontribusi signifikan terhadap daya dukung pondasi, khususnya pada tanah pasir yang diperkuat dengan cerucuk bambu.

Tabel 24. Hasil Permodelan dengan Variasi Kedalaman Cerucuk Bambu 15 cm

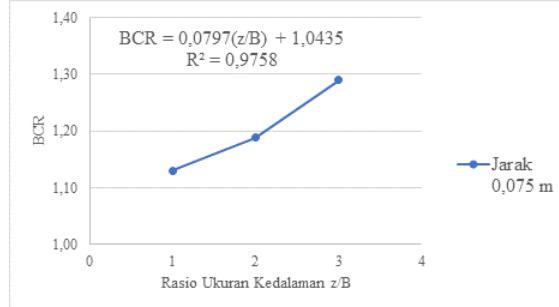
Sampel	Lebar pondasi		Jarak	Kedalaman
	B	d		
1	0,05		0,075	0,05
2	0,05		0,075	0,10
3	0,05		0,075	0,15

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 25. Lanjutan Hasil Permodelan dengan Variasi Kedalaman Cerucuk Bambu 15 cm

Rasio z/B	q_o kg/m ²	q_{ult} kg/m ²	BCR	
			B	d
1	6,9	7,8	1,13	
2	6,9	8,2	1,19	
3	6,9	8,9	1,29	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 14. Hubungan Rasio z/B untuk Perkuatan Variasi Kedalaman 15 cm

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Pengaruh cerucuk bambu dengan kedalaman 15 cm dianalisis berdasarkan rasio kedalaman terhadap lebar pondasi (z/B) terhadap nilai Bearing Capacity Ratio (BCR). Hasil regresi linier sederhana pada Gambar 4.11 menunjukkan persamaan $BCR = 0,0797(z/B) + 1,0435$ dengan nilai $R^2 = 0,9758$, yang berarti 97,58% variasi BCR dipengaruhi oleh rasio z/B.

Mengacu pada klasifikasi Wynne W. Chin (1998) dalam pendekatan PLS-SEM, nilai R^2 ini termasuk kategori kuat ($\geq 0,67$). Kemiringan 0,0797 menunjukkan hubungan linear positif, di mana peningkatan rasio z/B sebanding dengan peningkatan nilai BCR. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kedalaman cerucuk bambu berkontribusi signifikan terhadap peningkatan daya dukung pondasi, khususnya pada tanah pasir yang diperkuat.

10. Uji Pemodelan dengan Perkuatan Cerucuk Bambu Berdasarkan Variasi Jarak

Pengujian CBR di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Jember menggunakan variasi jarak cerucuk bambu 2,5 cm, 5 cm, dan 7,5 cm. Tanah uji memiliki gamma 1,4 g/cm³ dan kadar air 6,84%.

Tabel 26. Hasil Permodelan dengan Variasi Jarak Cerucuk Bambu 2,5 cm

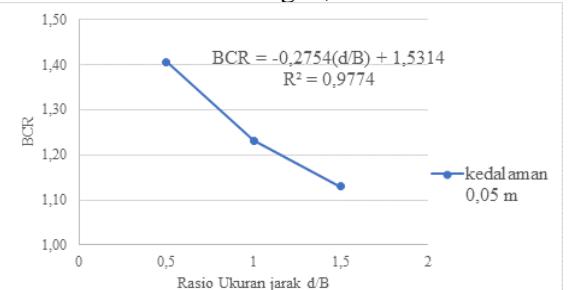
Sampel	Lebar pondasi		Jarak	Kedalaman
	B	d		
1	0,05		0,025	0,05
2	0,05		0,05	0,05
3	0,05		0,075	0,05

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 27. Lanjutan Hasil Permodelan dengan Variasi Jarak Cerucuk Bambu 2,5 cm

Rasio d/B	q_o kg/m ²	q_{ult} kg/m ²	BCR	
			B	d
0,5	6,9	9,7	1,41	
1	6,9	8,5	1,23	
1,5	6,9	7,8	1,13	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 15. Hubungan Rasio d/B untuk Perkuatan Variasi Jarak 2,5 cm

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Pengaruh cerucuk bambu dengan jarak 2,5 cm dianalisis berdasarkan rasio jarak terhadap lebar pondasi (d/B) terhadap nilai Bearing Capacity Ratio (BCR). Hasil regresi linier

sederhana pada Gambar 4.12 menghasilkan persamaan $BCR = -0,2754(d/B) + 1,5314$ dengan nilai $R^2 = 0,9774$, yang menunjukkan bahwa 97,74% variasi BCR dipengaruhi oleh rasio d/B. Berdasarkan klasifikasi Wynne W. Chin (1998) dalam pendekatan PLS-SEM, nilai R^2 tersebut termasuk kategori kuat ($\geq 0,67$). Kemiringan negatif sebesar -0,2754 menunjukkan adanya hubungan linear negatif, artinya semakin besar rasio d/B, maka nilai BCR cenderung menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa jarak antar cerucuk yang terlalu renggang menurunkan efektivitas perkuatan, sedangkan jarak yang lebih rapat meningkatkan BCR karena distribusi beban lebih merata dan tertahan lebih baik oleh cerucuk.

Tabel 28. Hasil Permodelan dengan Variasi Jarak Cerucuk Bambu 5 cm

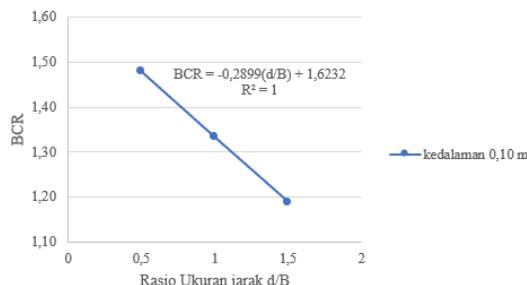
Sampel	Lebar	Jarak	Kedalaman
	pondasi		
	B	d	z
1	0,05	0,025	0,10
2	0,05	0,05	0,10
3	0,05	0,075	0,10

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 29. Lanjutan Hasil Permodelan dengan Variasi Jarak Cerucuk Bambu 5 cm

Rasio d/B	q_o	q_{ult}	BCR
	kg/m ²	kg/m ²	
0,5	6,9	10,2	1,48
1	6,9	9,2	1,33
1,5	6,9	8,2	1,19

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 16. Hubungan Rasio d/B untuk Perkuatan Variasi Jarak 5 cm
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Pengaruh cerucuk bambu dengan jarak 5 cm dianalisis berdasarkan rasio jarak terhadap lebar

pondasi (d/B) terhadap nilai Bearing Capacity Ratio (BCR). Hasil regresi linier sederhana pada Gambar 4.13 menghasilkan persamaan $BCR = -0,2899(d/B) + 1,6232$ dengan nilai $R^2 = 1$, yang berarti seluruh variasi BCR sepenuhnya dipengaruhi oleh rasio d/B. Berdasarkan klasifikasi Wynne W. Chin (1998) dalam pendekatan PLS-SEM, nilai R^2 ini tergolong sangat kuat ($\geq 0,67$). Kemiringan negatif sebesar -0,2899 menunjukkan hubungan linear negatif, di mana peningkatan rasio d/B menyebabkan penurunan nilai BCR. Artinya, semakin renggang jarak antar cerucuk, efektivitas perkuatan menurun. Sebaliknya, jarak yang lebih rapat meningkatkan nilai BCR karena distribusi beban lebih merata dan tertahan lebih baik oleh cerucuk.

Tabel 30. Hasil Permodelan dengan Variasi Jarak Cerucuk Bambu 7,5 cm

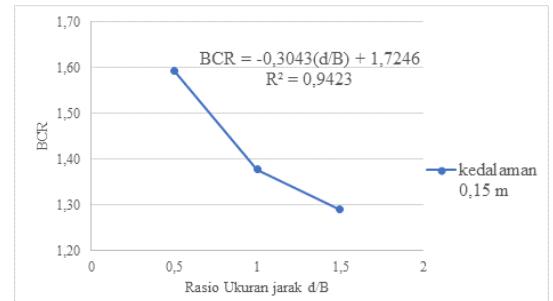
Sampel	Lebar	Jarak	Kedalaman
	pondasi		
	B	d	z
1	0,05	0,025	0,15
2	0,05	0,05	0,15
3	0,05	0,075	0,15

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 31. Lanjutan Hasil Permodelan dengan Variasi Jarak Cerucuk Bambu 7,5 cm

Rasio d/B	q_o	q_{ult}	BCR
	kg/m ²	kg/m ²	
0,5	6,9	11	1,59
1	6,9	9,5	1,38
1,5	6,9	8,9	1,29

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 17. Hubungan Rasio d/B untuk Perkuatan Variasi Jarak 7,5 cm
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Pengaruh cerucuk bambu dengan jarak 7,5 cm dianalisis berdasarkan rasio jarak terhadap

lebar pondasi (d/B) terhadap nilai Bearing Capacity Ratio (BCR). Hasil regresi linier sederhana pada Gambar 4.14 menghasilkan persamaan $BCR = -0,3034(d/B) + 1,7246$ dengan nilai $R^2 = 0,9423$, yang menunjukkan bahwa 94,23% variasi BCR dipengaruhi oleh rasio d/B . Berdasarkan klasifikasi Wynne W. Chin (1998) dalam pendekatan PLS-SEM, nilai R^2 tersebut tergolong kuat ($\geq 0,67$). Kemiringan negatif sebesar -0,3034 menunjukkan hubungan linear negatif, artinya semakin besar rasio d/B , nilai BCR cenderung menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa jarak antar cerucuk yang terlalu renggang mengurangi efektivitas perkuatan, sedangkan jarak yang lebih rapat meningkatkan BCR karena distribusi beban lebih merata dan tertahan lebih baik oleh cerucuk.

11. Uji Pemodelan dengan Perkuatan Cerucuk Bambu Berdasarkan Hubungan Variasi Kedalaman dan BCR

Tabel 32. Hasil Permodelan Hubungan Variasi Kedalaman dan BCR

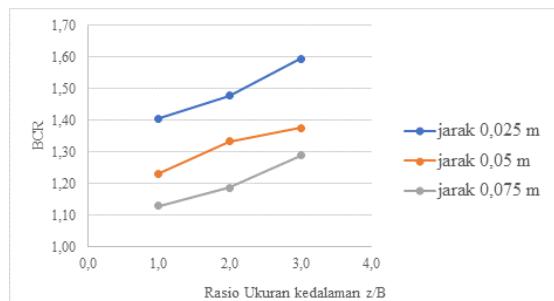
Sa mpe 1	Kedala man z	Jarak 0,025 m	Jarak 0,05 m	Jarak 0,075 m	Lebar pondas i	q _{ult} , kg/m ²			B
						1	2	3	
1	0,05	9,7	8,5	7,8	0,05				
2	0,1	10,2	9,2	8,2	0,05				
3	0,15	11	9,5	8,9	0,05				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 33. Lanjutan Hasil Permodelan Hubungan Variasi Kedalaman dan BCR

Sa mpe 1	Rasio z/B	q _o kg/m ²	BCR		
			jarak 0,025 m	jarak 0,05 m	jarak 0,075 m
1	1,0	6,9	1,41	1,23	1,13
2	2,0	6,9	1,48	1,33	1,19
3	3,0	6,9	1,59	1,38	1,29

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 18. Hubungan Variasi Kedalaman dan BCR

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Gambar 18 menunjukkan hubungan rasio kedalaman cerucuk terhadap lebar pondasi (z/B) dan nilai BCR pada jarak antar cerucuk 0,025 m, 0,05 m, dan 0,075 m. Secara umum, peningkatan z/B meningkatkan BCR di semua variasi jarak. Pada $z/B = 1$, BCR masing-masing $\pm 1,42$; $\pm 1,27$; dan $\pm 1,13$, yang naik menjadi $\pm 1,61$; $\pm 1,39$; dan $\pm 1,30$ pada $z/B = 3$. Nilai tertinggi terdapat pada jarak 0,025 m, menandakan bahwa cerucuk yang lebih rapat dan dalam memberikan perkuatan lebih efektif. Jarak rapat meningkatkan interaksi antar cerucuk dan distribusi tegangan, sedangkan jarak lebar menurunkan efektivitas perkuatan meski kedalamannya bertambah.

12. Uji Pemodelan dengan Perkuatan Cerucuk Bambu Berdasarkan Hubungan Variasi Jarak dan BCR

Tabel 34. Hasil Permodelan Hubungan Variasi Jarak dan BCR

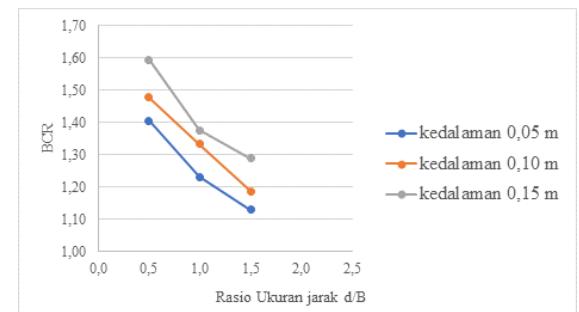
Sa mpe 1	Jarak d	Kedala man 0,05 m			Kedala man 0,1 m	Kedala man 0,15 m	Lebar pondas i
		1	2	3			
1	0,025	10,2	11	0,05	0,5		
2	0,05	9,2	9,5	0,05	1,0		
3	0,075	8,2	8,9	0,05	1,5		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 35. Lanjutan Hasil Permodelan Hubungan Variasi Jarak dan BCR

Sa mpe 1	Rasio z/B	q _o kg/m ²	BCR		
			kedala man 0,05 m	kedala man 0,1 m	BCR kedala man 0,15 m
1	9,7	6,9	1,41	1,48	1,59
2	8,5	6,9	1,23	1,33	1,38
3	7,8	6,9	1,13	1,19	1,29

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 19. Hubungan Variasi Jarak dan BCR

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Gambar 19 menunjukkan hubungan antara rasio jarak cerucuk terhadap lebar pondasi (d/B)

dengan nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) pada tiga variasi kedalaman cerucuk: 0,05 m, 0,10 m, dan 0,15 m. Secara umum, peningkatan rasio d/B menyebabkan penurunan nilai BCR pada seluruh kedalaman yang diuji. Pada rasio d/B = 0,5, nilai BCR masing-masing sebesar $\pm 1,41$; $\pm 1,48$; dan $\pm 1,62$. Saat d/B meningkat menjadi 1,5, nilai BCR menurun menjadi $\pm 1,12$; $\pm 1,19$; dan $\pm 1,30$ secara berurutan. Peningkatan BCR tertinggi terjadi pada kedalaman 0,15 m, menunjukkan bahwa cerucuk yang lebih dalam memberikan kontribusi signifikan terhadap daya dukung pondasi. Penurunan efektivitas perkuatan pada jarak cerucuk yang lebih lebar disebabkan oleh berkurangnya interaksi antar elemen cerucuk, sehingga distribusi beban menjadi kurang optimal. Meskipun peningkatan kedalaman tetap meningkatkan BCR, efeknya tidak sebesar bila dikombinasikan dengan jarak cerucuk yang rapat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka hasil penelitian yang dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Terdapat pengaruh rasio kedalaman cerucuk (z) terhadap lebar pondasi (B), atau dikenal dengan istilah rasio z/B terhadap nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR). Semakin besar rasio z/B, maka nilai BCR juga meningkat secara proporsional. Peningkatan rasio z/B secara konsisten meningkatkan nilai BCR. Dari 1,41 menjadi 1,59 (12,77%) pada kedalaman 0,05 m; dari 1,23 ke 1,38 (12,20%) pada 0,10 m; dan dari 1,13 ke 1,29 (14,16%) pada 0,15 m. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kedalaman cerucuk efektif dalam meningkatkan daya dukung pondasi pada tanah pasir yang diperkuat dengan cerucuk bambu.
2. Terdapat pengaruh rasio jarak cerucuk (d) terhadap lebar pondasi (B), atau dikenal dengan istilah rasio d/B terhadap nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR). Pada jarak 0,025 m, BCR menurun dari 1,41 menjadi 1,13 (19,86%); pada 0,05 m dari 1,48 menjadi 1,19 (19,59%); dan pada 0,075 m dari 1,59 menjadi 1,29 (18,87%). Hal ini menunjukkan bahwa jarak cerucuk yang

lebih rapat mampu mendistribusikan beban secara lebih merata, sehingga meningkatkan efektivitas perkuatan tanah pasir.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan skala model yang lebih besar atau dilakukan di lapangan (*full-scale*) agar hasil yang diperoleh lebih representatif terhadap kondisi sebenarnya.
2. Variasi jenis bambu, perlakuan terhadap bambu (seperti pengawetan), serta durabilitas terhadap kondisi tanah dan air tanah juga perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui ketahanan jangka panjang struktur perkuatan ini.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan pemodelan dengan bantuan aplikasi Software Plaxis agar terdeteksi dengan baik pengaruh efektivitas perkuatan pada zona pasif dan zona geser radial.
4. Penelitian selanjutnya disarankan agar memperhitungkan beban struktur atas.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, E., & Dhiniati, F. 2023. Kapasitas daya dukung pondasi dangkal dengan teori terzaghi dan mayerhof. *Konstruksia*, 15(1), 127-126.
- Bowles, J.E. (1997). *Foundation Analysis And Design Fifth Edition*. Mcgraw-Hill Companies. Inc. Sinngapura.
- Binquet, J., & Lee, K. L. (1975). Bearing Capacity Tests On Reinforced Earth Slabs. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 101(GT12), 1241–1255.
- Budianto, E., Betaubun, H. F., & Fure, R. A. 2021. Studi perkuatan tanah lunak menggunakan kombinasi cerucuk kayu dan geotekstil. *Musamus Journal of Civil Engineering*. 2(2). 55-60.
- Fahmi, K. 2022. Analisa perbandingan daya dukung pondasi tiang dengan metode mayerhoff, luciano decourt, reese and wright, dan elemen hingga (plaxis). Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Islam Sultan Agung.
- Faradila, A. 2023. Studi mekanisme interaksi

- tanah-matras cerucuk bambu sebagai perkuatan tanah lunak. *Buletin Profesi Insinyur*, 6(1), 7–13.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I Jilid III*. Gadjah Mada University Press, 1. Yogyakarta.
- Hawanto, A. Amran, Y., & Sriharyani, L. 2021. Analisis sifat fisik dan mekanis tanah lempung menggunakan bahan additive difa soil stabilizer dan semen. *Jumatisi*, 2(2).
- Ibrahim, M. M., & Ilyas, D. A. A. 2024. Analisis sabilitas timbunan menggunakan geotekstil dan cerucuk bambu dengan pendekatan plaxis 2D. *Prosiding FTSP Series*.
- Iqbal M., Zaki M. 2022. Analisis pengaruh perkuatan cerucuk bambu terhadap daya dukung fondasi dangkal pada tanah lunak. Prosiding Seminar Intelektual Muda. Jakarta: 23 Februari 2022. Hal. 344-349.
- Luthfiyyah, M. N., Kusumah, H., & Hartono. 2023. Analisis stabilisasi tanah dasar dengan cerucuk bambu dan geotekstil. *Rekayasa Sipil*. 17(2). 161-168.
- Nurimah, N. 2021. Pengaruh jumlah cerucuk kayu sebagai perkuatan terhadap daya dukung tanah berpasir. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*. 7(1). 31-40.
- Novianto, D., Sholeh, M., & Anggraini, N. 2022. Perencanaan fondasi dangkal. *Cerdas Ulet Kreatif*.
- Purnama, D. A. D., Salim, N., & Alihudin, A. 2022. Pengkajian penggunaan cerucuk bambu untuk stabilitas tanah lempung lunak pada bangunan embung serbaguna. *Jurnal Smart Teknologi*. 3(3). 286–300.
- Rahayu, R., & Permana, S. 2022. Analisis kestabilan lereng bendungan akibat fluktuasi muka air. *Jurnal Konstruksi*. 19(2). 298–309.
- Saputra, A. Alwi, A., & Aprianto, D. 2021. Pengaruh kadar air terhadap perilaku kembang susut tanah lempung di capkala kabupaten bengkayang. *JELAST*, 8(1), 1–8.
- Tjandrawibawa, S., Efendy, J., & Gunawan, W. 2023. Peningkatan daya dukung pondasi dangkal dengan menggunakan cerucuk : Suatu studi model. *Dimensi Teknik Sipil*.
- 2(2). 92-95.
- Triastuti, N. S. 2022. *Berbagai Macam Pondasi*. Edisi 1. In Mitra Ilmu. Makassar.
- Utama, D. A., Paresa, J., Budianto, E., & Hairulla, H. 2023. Uji daya dukung tanah lunak yang diperkuat menggunakan anyaman dan grid bambu. *Musamus Journal of Civil Engineering*. 5(1). 31–35.
- Yudiawati, Y., & Marzuki, A. 2021. Pondasi dangkal atas tanah lunak dengan perkuatan cerucuk (galam) berdasarkan percobaan lapangan. *Info-Teknik*. 9(2).