

# Uji Daya Dukung Tanah Lunak yang Diperkuat Menggunakan Anyaman dan Grid Bambu

Denta Adi Utama<sup>1</sup>, Jeni Paresa\*, Eko Budianto

<sup>1</sup> Teknik Sipil, Universitas Musamus  
Merauke, Indonesia

[dentaadiutamaunmus@gmail.com](mailto:dentaadiutamaunmus@gmail.com)<sup>1</sup>, [jeni@unmus.ac.id](mailto:jeni@unmus.ac.id)\*, [budiantoft@unmus.ac.id](mailto:budiantoft@unmus.ac.id)

**Abstrak** – Tanah merupakan bagian penting dalam mendukung pondasi jalan, tetapi pada beberapa kasus pembangunan dituntut dikerjakan pada tanah dengan daya dukung rendah. Tanah lunak dapat dijumpai di daerah Ivimahad, Kelurahan Kurik, Kabupaten Merauke. Tanah di daerah Ivimahad memiliki daya dukung yang rendah, ditandai dengan adanya retakan-retakan disebagian jalan pada daerah tersebut, sehingga perlu dilakukan perbaikan secara fisik yaitu dengan pemanfaatan material geosintetik, akan tetapi dengan mempertimbangkan nilai ekonomis penelitian ini memanfaatkan anyaman dan grid bambu sebagai material perkuatan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan anyaman dan grid bambu dalam upaya peningkatan daya dukung tanah lunak. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Nilai daya dukung tanah didapat dari uji pembebanan dan grafik hubungan beban dan penurunan. Sedangkan rasio daya dukung didapat dari perbandingan antara daya dukung ultimate tanah menggunakan perkuatan terhadap nilai daya dukung ultimate tanah tanpa perkuatan. Hasil penelitian menunjukan bahwa, daya dukung tanah lunak tanpa perkuatan sebesar 63,60 kPa, perkuatan dengan anyaman bambu sebesar 82,00 kPa, dengan grid bambu sebesar 86,00 kPa, sedangkan menggunakan kombinasi perkuatan antara anyaman dan grid bambu sebesar 110,00 kPa. Nilai daya dukung rasio masing-masing, untuk tanah lunak yang diberi perkuatan anyaman bambu sebesar 28,94%, tanah lunak yang diberi perkuatan grid bambu sebesar 35,22%, dan untuk tanah lunak yang diberi kombinasi perkuatan anyaman dan grid bambu sebesar 72,96%.

**Kata kunci;** tanah; perkuatan; anyaman; grid; bambu

**Abstract** – Soil is an important part in supporting road foundations, but in some cases construction is required to be carried out on soils with low bearing capacity. Soft soil can be found in the Ivimahad area, Kurik Village, Merauke Regency. The soil in Ivimahad area has a low bearing capacity, indicated by the presence of cracks in some of the roads in the area. Therefore, it is necessary to do physical improvements by using geosynthetic materials. However, considering the economic value, this study utilized woven and bamboo grids as reinforcement materials. The purpose of this study was to determine the effect of using woven and bamboo grids to increase the bearing capacity of soft soil. This study employed an experimental method. The value of the bearing capacity of the soil was obtained from the loading test and the graph of the load and settlement relationship. While the bearing capacity ratio was obtained from the comparison

between the ultimate bearing capacity of the soil with reinforcement to the value of the ultimate bearing capacity of the soil without reinforcement. The results showed the bearing capacity of soft soil without reinforcement is 63.60 kPa, Reinforcement with using woven bamboo is 82.00 kPa, with bamboo grid is 86.00 kPa, While using combination of Reinforcement between woven and bamboo grids is 110.00 kPa. the value of bearing capacity ratio, among others for soft soil with woven bamboo reinforcement by 28.94%, soft soil with bamboo grid reinforcement by 35.22%, and soft soil with a combination of woven reinforcement and bamboo grid by 72.96%.

**Keywords;** soil; reinforcement; woven; grid; bamboo

## 1. PENDAHULUAN

Tanah adalah bagian penting untuk mendukung suatu pondasi dasar sebuah perencanaan bangunan, khususnya suatu perencanaan konstruksi jalan[1]. Tanah yang memenuhi syarat atau standar mutu pada pengujian dibutuhkan dalam perencanaan konstruksi jalan, akan tetapi pada beberapa kasus suatu pembangunan jalan dituntut dikerjakan pada tanah berkarakteristik buruk atau dapat dikatakan tanah dengan daya dukung rendah[2].

Tanah lunak merupakan semua jenis tanah berbutir halus dan memiliki parameter yang merugikan dimana memiliki kandungan air yang tinggi, derajat kejenuhan yang tergolong besar, nilai pori dan porositas juga tergolong besar, mempunyai sifat kuat geser yang rendah, bersifat plastis dan mudah mampat sehingga daya dukung tanah lunak dikategorikan sangat rendah[3]. Itulah sebabnya mengapa perlu dilakukan perbaikan sifat tanah yang bertujuan agar pondasi, konstruksi jalan yang akan didirikan di atas tanah tersebut tetap stabil[4].

Perbaikan tanah secara fisik merupakan salah satu teknik perbaikan tanah yang bisa dipergunakan pada tanah dengan daya dukung yang rendah, yaitu dengan menggunakan material geosintetik[5]. Dengan mempertimbangkan nilai ekonomis dan ketersediaan material yang ada, penelitian ini menggunakan anyaman dan grid bambu sebagai bahan untuk metode perbaikan tanah tersebut, sehingga dibutuhkan material pengganti geosintetik yang memiliki cara kerja sama dan juga dilihat dari ketersediaan material yang ada[6]. oleh karena itu

penulis berinisiatif menggunakan bambu untuk bahan alternatif lain menggantikan perkuatan geosintetik yang tergolong ekonomis juga ketersediaanya cukup banyak dijumpai di daerah Merauke. Bambu tersebut diolah menjadi anyaman dan grid bambu agar lebih mudah diaplikasikan dalam pembuatan perkuatan dan juga sifat anyaman itu sendiri yang bersifat terikat sehingga lebih kuat[7]. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan perkuatan dengan memanfaatkan anyaman dan grid bambu untuk bahan perkuatan, sehingga dapat diketahui peningkatan nilai daya dukung tanah lunak setelah diberi perkuatan[8].

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan anyaman dan grid bambu dalam upaya peningkatan daya dukung tanah lunak. Dengan adanya penelitian ini diharapkan bahan perkuatan yang digunakan dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti geosintetik yang berguna sebagai bahan peningkatan nilai daya dukung tanah lunak yang akan dikerjakan sebagai tanah dasar konstruksi jalan[9].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tempat penelitian dan lokasi pengambilan sampel

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus, Merauke, Indonesia. Sampel yang digunakan yaitu tanah lunak secara visual dapat dikategorikan sebagai tanah lanau anorganik dan bambu yang digunakan berjenis bambu tali atau bambu apus, diambil dari daerah Ivimahad, Kecamatan Kurik, Kabupaten Merauke secara geografis terletak antara 8°17'10.71" lintang utara 140°23'44.40" bujur timur.

### 2.2. Persiapan sampel dan alat pengujian

Pengambilan sampel menggunakan dua metode, yakni pengambilan sampel utuh (tidak terganggu) yang diperuntukan untuk sampel uji fisis tanah, pengambilan sampel dengan menggunakan tabung besi dengan kedalaman 100 cm kemudian tanah diangkat dan dimasukkan ke dalam pelastik untuk menjaga kadar airnya. Pengambilan sampel terganggu menggunakan cangkul dengan kedalaman 100 cm untuk pengujian daya dukung tanah.

Anyaman dan *grid* bambu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki lebar 58×118 cm, serat yang terdapat pada anyaman bambu ini digunakan hanya bagian batang terluar dengan ketebalan 2 mm dan lebar 2 cm, sedangkan untuk *grid* bambu serat yang digunakan bagian batang terluar dengan ketebalan 4 mm dan lebar 2 cm. Alat pengujian yang digunakan adalah :

- Alat pengukuran sifat fisis tanah : Alat pengujian kadar air tanah, berat isi tanah, berat jenis tanah, atterberg limits, analisa saringan, dan analisa hidrometer.
- Alat pengujian sifat mekanis tanah : Alat pengujian kompaksi, dan pengujian geser langsung.

- Alat pengujian pemodelan daya dukung tanah : Bak uji pemodelan dengan ukuran 120 x 60 x 50 cm, pompa hidrolis (*hydraulic jack*), manometer, dan dial indikator (*dial gauge*).

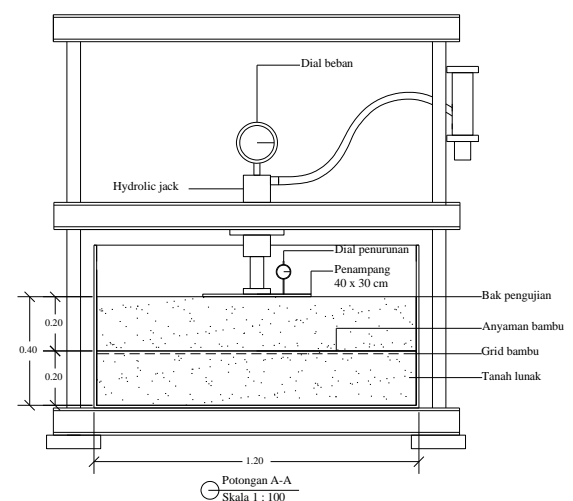
### 2.3. Pelaksanaan penelitian

Anyaman dan grid bambu berukuran 58 × 118 cm diletakkan sesuai konfigurasi yang telah direncanakan model konfigurasi pelaksanaan pengujian dapat dilihat pada tabel 1. Berikut :

Tabel 1. Konfigurasi pemodelan perkuatan

Pemodelan	Perkuatan	kedalaman
Tipe 1	Tanpa perkuatan	20 cm
Tipe 2	Anyaman bambu	20 cm
Tipe 3	<i>Grid</i> bambu	20 cm
Tipe 4	Anyaman dan <i>grid</i> bambu	20 cm

Pengujian pemodelan daya dukung tanah dilakukan dengan memberikan beban terhadap tanah yang telah diberi perkuatan menggunakan pompa hidrolis, besar beban yang diberikan pada tanah dapat dibaca melalui manometer yang terhubung langsung dengan pompa hidrolis, dan penurunan permukaan tanah yang terjadi akibat pemberian beban dapat dibaca melalui dial indikator. Sketsa model pengujian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan benda uji

Dari pengujian pemodelan didapat nilai penurunan dan beban, sehingga dengan korelasi antara beban dan penurunan dapat diketahui nilai daya dukung tanah ultimit pada masing-masing skema perkuatan. Setelah didapatkan nilai daya dukung dengan perkuatan, kemudian membandingkan nilai daya dukung tanpa perkuatan dan nilai daya dukung dengan perkuatan untuk mendapatkan nilai rasio daya dukung (*BCR*).

Menurut Terzaghi, daya dukung ultimit didefinisikan sebagai beban maksimum per satuan luas dimana tanah masih dapat menopang beban tanpa mengalami keruntuhan[8]. Pemikiran Terzaghi ini dinyatakan dengan persamaan:

$$Q_u = \frac{P_u}{A} \quad (9)$$

Keterangan :

$Q_u$  = daya dukung ultimit ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $P_u$  = beban ultimit (kN)  
 $A$  = luas pondasi ( $\text{m}^2$ )

Analisis Terzaghi memberikan pengaruh faktor bentuk terhadap daya dukung ultimit yang didasarkan pada analisis pondasi persegi panjang sebagai berikut :

$$Q_u = 1,3 c N_c + q N_q + 0,4 B \gamma N_\gamma \quad (10)$$

Keterangan :

$Q_u$  = daya dukung ultimit ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $c$  = kohesi tanah ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ )  
 $D_f$  = kedalaman pondasi (m)  
 $P_u$  = Beban ultimit (kN)  
 $q$  =  $\gamma \cdot D_f$  = tekanan overburden ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $B$  = lebar pondasi (m)  
 $L$  = panjang pondasi (m)  
 $N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor daya dukung Tarzaghi

$BCR$  merupakan rasio antara daya dukung ultimit tanah pondasi yang diperkuat dengan daya dukung ultimit tanah pondasi yang tidak diperkuat yang dinyatakan dalam (%) [9]. Nilai  $BCR$  ini nantinya untuk mengetahui kinerja perkuatan dalam peningkatan daya dukung tanah pondasi, dapat dilihat dalam persamaan sebagai berikut :

$$BCR = \frac{q_r}{q_o} \quad (11)$$

Keterangan :

$q_r$  = daya dukung ultimit tanah yang diperkuat  
 $q_o$  = daya dukung ultimit tanah yang tidak diperkuat

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3. 1. Sifat fisik tanah

Dari hasil penelitian di laboratorium diperoleh data-data karakteristik fisis dan mekanis tanah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis dan mekanis tanah

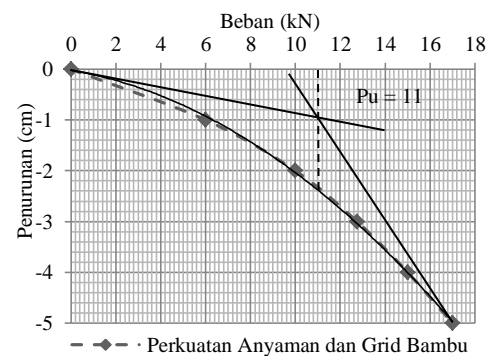
No	Pengujian	Simbol	Nilai	Satuan
1	Kadar Air (w)	Wc	40,21	%
2	Bobot Isi	$\gamma$	1,92	gr/cm <sup>3</sup>
3	Atterberg Limit			
	Batas Cair	LL	55,45	%
	Batas Plastis	PL	45,69	%
	Plastisitas Indeks	PI	9,75	%
4	Berat Jenis ( $G_s$ )		2,70	-
5	Distribusi Butiran Tanah			
	Analisa Saringan dan Hidrometer			
	Kerikil		0,00	%
	Pasir		44,20	%
	Lanau		42,29	%
	Lempung		13,51	%
6	Pemadatan Tanah (Proctor Standard)			
	Kadar Air Optimum	Wopt	22,50	%
	Berat Volume Kering	$\gamma_d$	1,370	gr/cm <sup>3</sup>
7	Uji Geser Langsung			

No	Pengujian	Simbol	Nilai	Satuan
	Kohesi	c	0,0321	kg/cm <sup>2</sup>
	Sudut Geser	$\Phi$	16	°
	Koefisien Sudut Geser	Tan $\Phi$	0,304	-
Klasifikasi Tanah				
No	Sistem Klasifikasi	Kelompok	Material Dominan	
1	Sistem Klasifikasi AASHTO	A-4 GI (5,665)	Tanah Berlanau	
2	Sistem Klasifikasi USCS	MH	Lanau tak organik	

#### 3. 2. Pengujian pemodelan daya dukung tanah

##### a. Penurunan (Settlement)

Dari hasil pengujian penurunan (*settlement*) model perkuatan tanah lunak tanpa perkuatan dan menggunakan perkuatan kombinasi anyaman dan *grid* bambu dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik penurunan tanah lunak dengan perkuatan *grid* bambu

Dari grafik dapat dilihat bahwa tanah lunak dengan perkuatan anyaman dan *grid* bambu dengan beban 6,00 kN dan penurunan -1,00 cm, beban 10,00 kN dan penurunan -2,00 cm, beban 12,75 kN penurunan -3,00 cm, beban 15,00 kN dan penurunan -4,00 cm, dan beban 17,00 kN dan penurunan -5,00 cm. Beban ultimit ( $P_{ult}$ ) yang diberikan sebesar 11,00 kN.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai beban ultimit

No.	Pemodelan perkuatan	Beban ultimit (kN)
1	Tipe 1	6,3
2	Tipe 2	8,2
3	Tipe 3	8,6
4	Tipe 4	11

Berdasarkan rekapitulasi nilai beban ultimit pada tabel 1 diperoleh bahwa perkuatan anyaman dan *grid* bambu untuk penurunan 1 cm sampai dengan 2 cm beban ultimit yang diberikan memiliki nilai terbesar yaitu 11 kN.

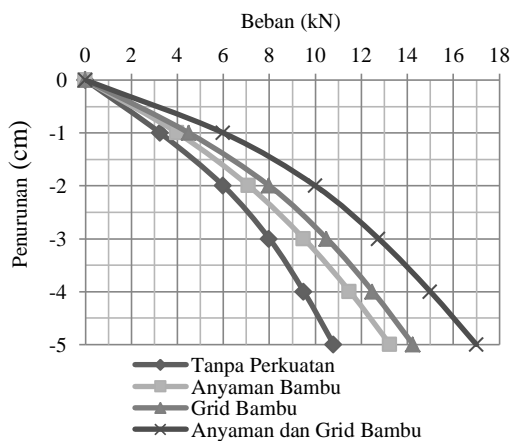
Pada pengujian ini dibuat pemodelan perbandingan tanpa perkuatan, perkuatan anyaman bambu, perkuatan *grid* bambu, dan perkuatan anyaman dan *grid* bambu. Data

perbandingan penurunan (*settlement*) dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 3. Perbandingan penurunan skema pemodelan

Penurunan (cm)	Beban (kN)			
	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1,00	3,50	4,00	4,50	6,00
-2,00	6,00	7,10	8,00	10,00
-3,00	8,00	9,50	10,50	12,75
-4,00	9,50	11,50	12,50	15,00
-5,00	10,80	13,25	14,25	17,00

Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat peningkatan daya dukung dilihat dari meningkatnya beban yang diberikan antara tanah yang tidak diberikan perkuatan dengan tanah yang diberi perkuatan, dapat dilihat dari grafik perbandingan penurunan (*settlement*) tiap skema pemodelan sebagai berikut:



Gambar 3. Perbandingan penurunan skema pemodelan

#### b. Daya dukung rasio

Dari pengujian *settlement* didapat nilai penurunan dan beban, sehingga dengan korelasi antara beban dan penurunan dapat diketahui nilai daya dukung tanah ultimit pada masing-masing skema perkuatan. Menentukan nilai daya dukung tanah asli mengacu pada analisis Terzaghi dapat dilihat pada rumus (10) sebagai berikut :

Kondisi tanah lunak dengan nilai :

$$\text{Koheesi Tanah (c)} = 0,0321 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Berat Volume Tanah (}\gamma\text{)} = 1,92 \text{ gr/cm}^3 = 0,00192 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\text{Sudut Geser Tanah (}\Phi\text{)} = 16^\circ$$

$$\text{Lebar Pondasi (B)} = 25 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang Pondasi (L)} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Kedalaman pondasi (Df)} = 0 \text{ cm}$$

$$\text{Tekanan overburden } q = Df \cdot \gamma = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Faktor Daya Dukung Terzaghi } \Phi 16^\circ$$

$$N_c = 13,86$$

$$N_q = 5,00$$

$$N_\gamma = 3,00$$

Daya dukung tanah asli

$$Q_u = 1,3 c N_c + q N_q + 0,4 B \gamma N_\gamma$$

$$Q_u = (1,3 \times 0,0321 \times 13,86) + (0 \times 5,00) + (0,4 \times 25 \times 0,00192 \times 3,00)$$

$$Q_u = 0,578 + 0 + 0,0576$$

$$Q_u = 0,636 \text{ Kg/cm}^2 = 63,60 \text{ kPa}$$

Dari pengujian penurunan dan beban tanah lunak dengan perkuatan anyaman bambu didapat nilai beban ultimit ( $P_u$ ) 11,00 kN dengan lebar pondasi (B) 25 cm dan Panjang pondasi (L) 40 cm. Menentukan nilai daya dukung tanah lunak yang telah diberi perkuatan mengacu pada analisis Terzaghi dapat dilihat pada persamaan (9) berikut :

$$P_u = 11,00 \text{ kN}$$

$$A = 25 \times 40 \text{ cm}$$

$$Q_u = \frac{11,00}{1000} = 0,011 \text{ kN/cm}^2 = 110,00 \text{ kPa}$$

Nilai *BCR* untuk melihat peningkatan daya dukung tanah tanpa perkuatan dengan daya dukung tanah menggunakan perkuatan. Setelah dilakukan pengujian didapatkan daya dukung untuk tanah lunak tanpa perkuatan sebesar 63,60 kPa, tanah lunak dengan perkuatan anyaman bambu sebesar 82,00 kPa, tanah lunak dengan perkuatan *grid* bambu sebesar 86,00 kPa, dan untuk tanah lunak dengan perkuatan anyaman dan *grid* bambu sebesar 110,00 kPa. Untuk mendapatkan nilai *BCR* dapat menggunakan persamaan (11) sebagai berikut :

$$q_r = 82,00 \text{ Kpa}$$

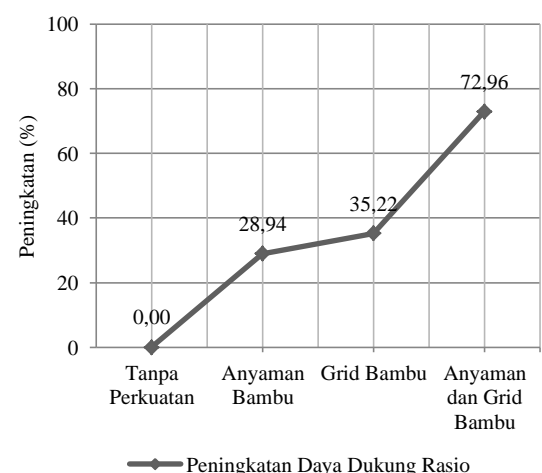
$$q_0 = 63,60 \text{ Kpa}$$

$$BCR = \frac{82,00}{63,60} = 1,29$$

$$= (1,29 - 1) \times 100$$

$$= 28,94\%$$

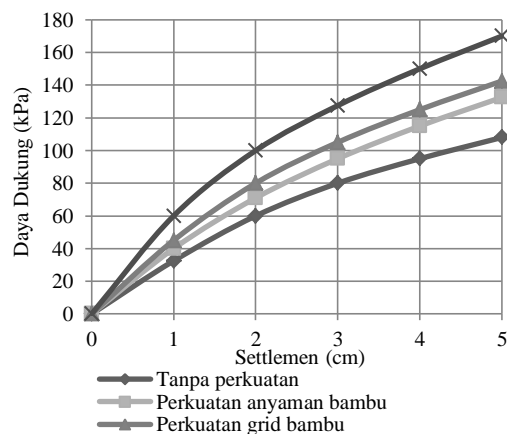
Peningkatan nilai persentase daya dukung rasio tanah lunak dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik persentase daya dukung rasio

Dari hasil daya dukung tanah lunak tanpa perkuatan dan dengan perkuatan masing-masing 63,60 kPa, 82,00 kPa, 86,00 kPa, dan 110,00 kPa didapat kenaikan nilai daya dukung rasio (BCR) masing-masing, untuk tanah lunak yang diberi perkuatan anyaman bambu sebesar 28,94%, untuk tanah lunak yang diberi perkuatan *grid* bambu sebesar 35,22%, dan untuk tanah lunak yang diberi kombinasi perkuatan anyaman dan *grid* bambu sebesar 72,96%.

Dari pengujian daya dukung tanah lunak tanpa perkuatan dan dengan perkuatan didapat hubungan antara daya dukung dan penurunan (*settlement*), dimana tanah lunak tanpa perkuatan dan dengan perkuatan setelah diberikan beban mengalami penurunan, dalam waktu yang sama juga terdapat daya dukung yang menahan beban yang diberikan. Hubungan daya dukung tanah dan penurunan (*settlement*) dapat dilihat pada gambar 6 sebagai berikut :



Gambar 5. Hubungan daya dukung tanah dan penurunan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan perkuatan dengan menggunakan anyaman dan *grid* bambu dalam upaya peningkatan daya dukung tanah lunak dapat dikatakan berpengaruh, penggunaan anyaman dan *grid* bambu dapat mengurangi penurunan (*settlement*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, daya dukung tanah lunak tanpa perkuatan sebesar 63,60 kPa, perkuatan dengan anyaman bambu sebesar 82,00 kPa, dengan *grid* bambu sebesar 86,00 kPa, sedangkan menggunakan kombinasi perkuatan antara anyaman dan *grid* bambu sebesar 110,00 kPa. Nilai daya dukung rasio masing-masing, untuk tanah lunak yang diberi perkuatan anyaman bambu sebesar 28,94%, tanah lunak yang diberi perkuatan *grid* bambu sebesar 35,22%, dan untuk tanah lunak yang diberi kombinasi perkuatan anyaman dan *grid* bambu sebesar 72,96%. Penggunaan anyaman yang ditambahkan dengan *grid* bambu lebih efektif dibandingkan hanya menggunakan anyaman ataupun *grid* bambu saja, ketiganya dapat meningkatkan daya dukung tanah lunak. Hal ini dapat dilihat dari lebih

kecilnya nilai penurunan (*settlement*) dan lebih besarnya nilai daya dukung rasio yang dihasilkan dengan kombinasi dari perkuatan anyaman dan *grid* bambu.

#### REFERENSI

- [1] R. Dewi, Hanafiah, and R. Ustadi, "Peningkatan Daya Dukung Pondasi pada Tanah Lempung dengan Perkuatan Kolom Tanah," 2020.
- [2] D. E. Wibowo, H. W. Rahmadiano, and E. Endaryanta, "Usaha Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung Menggunakan Layer Krikil, Anyaman Bambu dan Kombinasi Kolom-Layer Pasir," 2021.
- [3] Rachael Tunas Pratama, Fatma Sarie, and Okrobianus Hendri, "Analisis Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Pada Lapisan Subgrade Proyek Pekerjaan Jalan (Studi Kasus: Peningkatan Jalan G.Obos Xxiv Kota Palangka Raya)," 2021.
- [4] A. D. Isbusandi, M. Widiastuti, and H. Sutanto, "Analisis pengaruh penggunaan geotekstil terhadap peningkatan daya dukung fondasi dangkal pada tanah lempung di kota samarinda," 2018.
- [5] B. T. D. Adinda, A. Prabowo, and I. H. Muchtaranda, "Pengaruh Perkuatan Geotekstil Tipe Woven Gx-50 Terhadap Keruntuhan Pondasi Pada Pasir Pantai Dengan Variasi Kedalaman," 2019.
- [6] E. Budianto, H. F. Betaubun, and R. A. Fure, "Studi Perkuatan Tanah Lunak Dengan Menggunakan Kombinasi Dari Cerucuk Kayu Dan Geotekstil," 2020.
- [7] R. Dewi, "Pengaruh perkuatan anyaman bambu terhadap peningkatan daya dukung tanah lempung," 2020.
- [8] Gunadarma, "Rekayasa Fondasi II," 2009.
- [9] R. Dewi, "Peningkatan Daya Dukung Tanah Dengan Perkuatan Anyaman Dan Grid Bambu," 2013.
- [10] Hardiyatmo, *Analisa Dan Perencanaan Fondasi*. 2010.