

PERKUATAN TANAH LUNAK PADA PONDASI DANGKAL DI BANTUL DENGAN BAN BEKAS

Sumiyati Gunawan¹ dan Ferdinandus Tjusanto²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta

Email: sumiyatig@staff.uajy.ac.id

sumiyatig@yahoo.co.id

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta

Email: ftjusanto@yahoo.com

ABSTRAK

Tanah sebagai pijakan terakhir untuk menerima beban yang berkaitan dengan pembangunan jalan, jembatan, gedung, dan lain-lain, agar hasil pekerjaan dapat dimanfaatkan secara optimum oleh penggunaanya, maka harus diperhitungkan sebelum para pelaku pembangunan melakukan kegiatannya. Tanah terkadang memiliki sifat yang kurang baik sehingga tidak memenuhi persyaratan teknis yang dikehendaki. Misalnya tanah berbutir halus dengan nilai plastisitas tinggi, biasanya memiliki daya dukung yang rendah, *compressibility* yang tinggi, perubahan volume yang besar, serta sulit dalam pelaksanaan pekerjaan pemadatan, untuk itu diperlukan usaha perbaikan/stabilisasi/perkuatan terhadap tanah. Perhitungan daya dukung terhadap pondasi plat telah banyak dipelajari, namun untuk perkuatan tanah lunak pada pondasi plat hanya sedikit yang mempelajarinya.

Dalam penelitian ini memanfaatkan ban bekas sebagai bahan perkuatan pada tanah lunak untuk mengurangi penurunan pada pondasi plat. Percobaan penelitian pada tanah lunak tanpa lapisan ban bekas, dengan 1 lapis ban bekas berjarak 10 cm dari permukaan tanah, dengan 2 lapis ban bekas berjarak 10 cm dan 20 cm dari permukaan tanah, dengan 3 lapis ban bekas berjarak 10 cm, 20 cm dan 30 cm dari permukaan tanah. Hasil penelitian menunjukkan: Beban maksimum yang dapat ditahan sampai pondasi mengalami penurunan sebesar 10% dari lebar pondasi (15 mm) sebagai berikut: Pada tanah lunak sebelum perkuatan, sebesar 56,745 kg, perkuatan dengan 1 lapis ban, sebesar 66,745 kg atau naik 115,59%, perkuatan dengan 2 lapis ban bekas, sebesar 76,745 kg atau naik 132,90%, perkuatan dengan 3 lapis ban bekas, sebesar 86,745 kg atau naik 150,22%. Untuk tegangan vertikal, pada tanah lunak sebelum perkuatan pada kedalaman -10cm, tekanan vertikal yang terjadi sebesar 8,896 kN/m², perkuatan 1 lapis ban bekas tekanan vertikal yang terjadi sebesar 10,48 kN/m², perkuatan 2 lapis ban bekas tekanan vertikal yang terjadi sebesar 12,048 kN/m², dan perkuatan 3 lapis ban bekas tekanan vertikal yang terjadi sebesar 13,616 kN/m². Dilihat dari hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa perkuatan tanah lempung lunak dengan variasi lapis ban memiliki pengaruh sesuai yang diharapkan dan dapat dijadikan alternatif untuk perkuatan untuk mengurangi penurunan tanah.

Kata kunci: Pondasi Dangkal, Tanah Lunak, Ban Bekas, perkuatan tanah dasar pondasi.

1. PENDAHULUAN

Perhitungan daya dukung terhadap pondasi plat telah banyak dipelajari, namun untuk perkuatan tanah lunak pada pondasi plat hanya sedikit yang mempelajarinya. Pada hal perkerasan pada tanah lunak untuk pondasi plat merupakan salah satu faktor penentu kokohnya suatu bangunan.

Pada perencanaan perkuatan tanah lunak untuk pondasi plat, terlebih dahulu perlu diketahui susunan lapisan tanah yang sebenarnya pada suatu tempat dan juga hasil pengujian laboratorium dari sampel tanah yang diambil dari berbagai kedalaman lapisan tanah dan mungkin kalau ada perlu juga diketahui hasil pengamatan lapangan yang dilakukan sewaktu pembangunan gedung-gedung atau bangunan-bangunan lain yang didirikan dalam kondisi tanah yang serupa.

Penyelidikan tanah (*soil investigation*) adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dan karakteristik tanah untuk keperluan rekayasa. Adapun tujuan dari penyelidikan tanah ini pada umumnya mencakup maksud-maksud sebagai berikut:

1. Untuk menentukan kondisi alamiah dan lapisan - lapisan tanah di lokasi yang ditinjau.
2. Untuk mendapatkan sampel tanah asli (*undisturbed*) dan tidak asli (*disturbed*) untuk mengidentifikasi tanah tersebut secara visual dan untuk keperluan pengujian laboratorium.
3. Untuk penelitian perkuatan tanah lunak dengan menggunakan ban bekas. Dalam penelitian ini ban bekas dimanfaatkan sebagai bahan perkuatan pada pondasi plat pada tanah lunak untuk perbaikan sifat-sifat dukungan pada tanah lunak. Beberapa alasan pemilihan ban bekas sebagai bahan perkuatan pada pondasi plat pada tanah lunak karena ban mempunyai sifat elastis yang memiliki daya dukung yang kuat dan mudah didapat dengan harga yang murah.

1.1. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui penurunan tanah lunak (Lanau Lempung) akibat beban yang ditahan di atasnya dan membandingkannya dengan tanah lunak yang dilapisi oleh ban bekas pada kedalaman tertentu
2. Membuka pemikiran masyarakat untuk memanfaatkan ban bekas yang ada untuk perkuatan tanah lunak, dan tidak menutup kemungkinan untuk memanfaatkan bahan bekas lain yang ada untuk perbaikan tanah lunak.

1.2. Batasan Masalah

Ruang lingkup yang dibahas dalam penelitian ini hanyalah perkuatan tanah lunak untuk pondasi plat dengan menggunakan ban bekas yang ditimbun dalam tanah dengan susunan beberapa lapis. Agar penelitian ini tidak meluas dan lebih terarah, maka diperlukan beberapa batasan masalah. Adapun beberapa batasan masalah tersebut antara lain:

1. Tanah yang digunakan adalah tanah Lanau Lempung yang diambil di daerah Piyungan Bantul Yogyakarta. Tanah akan diuji parameternya di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Beban yang dipakai adalah beban titik.
3. Ukuran plat pondasi adalah 15 cm x 15 cm dengan ketebalan 2 cm.
4. Ban bekas yang digunakan akan dipotong memanjang lalu disusun berbentuk persegi berukuran 45cmx45cm.
5. Bahan yang digunakan dalam perkuatan tanah lunak ini adalah ban bekas (ban dalam bekas) dengan merk tidak ditentukan, yang disusun beberapa lapis. Untuk penelitian ini digunakan ban dalam bus 12 roda dengan alasan karena bannya lebih lebar sehingga mudah dalam proses pemotongan dan penyusunannya.
6. Dalam penelitian ini tidak membahas keawetan ban bekas dalam tanah melainkan membahas tentang besarnya penurunan tanah akibat penambahan lapis-lapis ban bekas dalam tanah dan membandingkannya dengan tanah lunak sebelum perbaikan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang perkuatan tanah lunak ini telah banyak dilakukan dan salah satunya pernah diteliti menggunakan Geotekstil. Subianto Tjandrawibawa, Harry Patmadjaja.(2002),Pemodelan Pondasi Dangkal Dengan Menggunakan Tiga Lapis Geotekstil Di Atas Tanah Liat Lunak. Dalam penelitiannya menunjukkan dengan satu lapis geotekstil kekuatan meningkat sebesar 182,6%,dibanding tanah lunak, dengan dua lapis geotekstil kekuatan meningkat 197,8% dan dibanding tanah lunak dengan tiga lapis geotekstil kekuatan meningkat 241,3% dibanding tanah lunak.

Soewigno Agus Nugroho.,Arief Rachman.(2009), Pengaruh Perkuatan Geotekstil Terhadap Daya Dukung Tanah Gambut Pada Bangunan Ringan Dengan Pondasi Dangkal Telapak. Dalam pengujiannya menyimpulkan bahwa adanya pengaruh penambahan Geotekstil pada perbaikan tanah gambut.

2.1. Pondasi dangkal

Definisi pondasi dangkal menurut Terzaghi adalah: apabila $D_f \leq 2B$, pada umumnya pondasi dangkal berupa pondasi telapak, yaitu pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah pondasi. Stabilitas pondasi dangkal dapat ditentukan dengan banyak cara dan stabilitas ini ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

2.2. Kapasitas daya dukung tanah (*Bearing capacity*)

Kapasitas daya dukung tanah ditentukan berdasarkan:

1. Bentuk pondasi dangkal.
2. Dimensi dan kedalaman pondasi.
3. Sifat-sifat tanah : yaitu sifat-sifat tanah dimana pondasi dangkal diletakkan dan terutama erat kaitannya dengan karakteristik tanah indeks dan karakteristik struktur tanah (parameter tanah)

2.3. Penurunan tanah

Dalam bidang teknik sipil ada 2 hal yang harus diperhatikan mengenai masalah penurunan, yaitu besarnya penurunan dan waktu terjadinya penurunan.

Besarnya penurunan total yang terjadi dapat dihitung menggunakan rumus : $S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs}$ 2.1

dimana: S_t : Penurunan total

S_i : Penurunan segera

S_{cp} : Penurunan konsolidasi primer

S_{cs} : Penurunan konsolidasi sekunder

Untuk beban terbagi rata dengan luasan flexibel pada lapisan dengan tebal terbatas, besarnya penurunan seketika dapat dihitung dengan rumus:

$$S_i = \frac{q_n B}{E} (1 - \mu^2) I_p \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana, S_i : Penurunan seketika

q : Besarnya tegangan kotak.

B : Lebar fondasi

E : Modulus elastis

μ : Angka poisson digunakan 0,45 (menurut tabel Bowles, 1968)

I_p : Koefisien pengaruh untuk penurunan akibat beban terbagi rata pada luasan fleksibel berbentuk empat persegi panjang.

dengan nilai I_p (faktor pengaruh) menurut Terzaghi (1943), tergantung dari lokasi titik yang ditinjau dimana penurunan akan dihitung, bentuk dan kekuatan pondasi. Untuk fondasi fleksibel, pada sudut luasan 4 persegi panjang sebagai berikut :

$$I_p = \frac{1}{n} \times \left[\left(\frac{l}{B} \right) \ln \left[\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{l}{B} \right)^2 + 1}}{\left(\frac{l}{B} \right)} \right] + \ln \left[\frac{l}{B} + \sqrt{\left(\frac{l}{B} \right)^2 + 1} \right] \right] \dots\dots\dots 2.3$$

Dengan L dan B adalah panjang dan lebar fondasi.

Besarnya penurunan juga dapat dihitung menggunakan teori elastisitas dimana rumusnya sebagai berikut :

$$P_i = P \times B \times \frac{1 - \mu^2}{E} \times I_p \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana, P_i : Penurunan elastis

P : Tekanan bersih yang dibebankan

B : Lebar fondasi

E : Modulus elastis

μ : Angka poisson digunakan 0,25

I_p : Koefisien pengaruh

Tabel 2.1. Perkiraan Modulus Elastis (E)

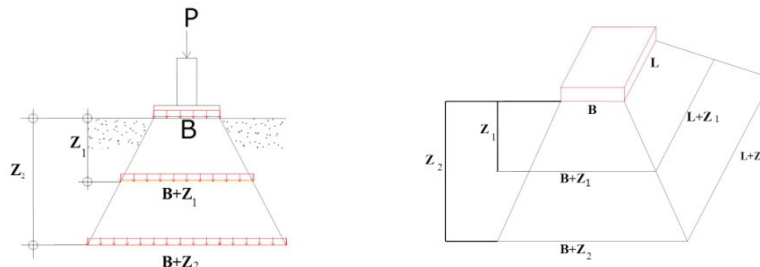
Macam Tanah	E (kN/m ²)
Lempung	
Sangat Lunak	300-3000
Lunak	2000-4000
Sedang	4500-9000
Keras	7000-20000
Berpasir	30000-42500
Pasir	
Berlanau	5000-20000
Tidak Padat	10000-25000
Padat	50000-100000
Pasir dan kerikil	
Padat	80000-200000
Tidak Padat	50000-140000
Lanau	2000-20000
Loess	15000-60000
Serpih	140000-1400000

Tabel 2.2. Perkiraan Angka Poison (μ) menurut Young

Jenis Tanah	μ
Pasir lepas	0,2-0,4
Pasir agak padat	0,25-0,4
Pasir padat	0,3-0,45
Pasir lanau	0,2-0,4
Lempung lembek	0,15-0,25
Lempung agak kakau	0,2-0,5

2.4. Distribusi Tegangan Berdasarkan Terzaghi

Tegangan yang terjadi di dalam tanah disebabkan oleh beban yang bekerja di permukaan dan akibat beratnya sendiri. Teori Karl Terzaghi yang menjelaskan tentang penyebaran tekanan dalam tanah adalah sebagai berikut : Tekanan yang terjadi dianggap diteruskan ke bawah dengan tetap terbagi merata, makin kebawah makin luas dan disebarkan dengan perbandingan kemiringan 2V:1H. Dalam cara ini, dianggap beban pondasi P yang didukung oleh pyramid yang mempunyai kemiringan sisi 2V : 1H (Gambar 4A)



Gambar 2.1.
Penyebaran Tekanan Tanah 2V : 1H

dengan cara ini, nilai tambahan tegangan vertical untuk pondasi telapak berbentuk persegi dinyatakan oleh persamaan:

$$\sigma_z = \frac{Q}{(L+z)(B+z)} \dots\dots\dots 2.5$$

- Dengan, σ_z = Tambahan tegangan vertical (kN/m²)
- $Q = qLB$ = Beban total pada dasar pondasi (kN)
- q = Beban terbagi rata pada dasar pondasi (kN/m²)
- L = Lebar pondasi (m)
- B = Panjang pondasi (m)
- Z = Kedalaman yang ditinjau (m)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menjawab rumusan masalah yang ada diperlukan adanya analisis data secara benar yang dihasilkan dari serangkaian data dengan percobaan laboratorium. Untuk mempersiapkannya perlu adanya perencanaan dan rancangan yang matang serta pemeriksaan alat yang kualitatif.

3.1. Jenis Pengujian Parameter Tanah

1. Kadar air (ASTM D 2216-71)
2. Berat jenis (ASTM D 854-72)
3. Geser langsung (ASTM D 3080-03)
4. Berat Volume (ASTM D 1883-73)
5. Gradasi/Analisis saringan (ASTM D 421)
6. Hidrometer (ASTM D 422)
7. Atterberg (ASTM D 423-66)

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah sampel tanah lunak yang diambil di daerah Piyungan Bantul Yogyakarta dan dengan menggunakan ban bekas kendaraan (ban dalam) yang nantinya akan digunakan untuk lapisan tanah lunak sebagai bahan perkuatan tanah lunak.

3.2.2. Ukuran Bak Uji dan Pondasi

Bak pengujian yang digunakan berukuran $100 \times 100 \times 80 \text{ cm}^3$, diperkuat dengan plat baja siku dan dilengkapi dengan kran pembuangan air drainasi. Pondasi plat yang digunakan adalah $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ dengan ketebalan 2cm.

3.3. Cara Pembebanan

1. Tanah yang digunakan adalah lempung lunak yang di tambahkan air sampai mengalami penjuhan. Untuk homogenitas tanah lunak dilakukan pra pembebanan (*preloading*) selama 3×24 jam dengan beban merata sekitar $1,8 \text{ t/m}^2$.
2. Berat penyangga bersama kotak penampung beban dan plat pondasi dianggap sebagai beban awal.
3. Kenaikan beban selanjutnya adalah 5 kg. Penambahan beban yaitu setiap 60 menit apabila penurunan kurang dari 0,25 mm/jam atau setiap 120 menit bila lebih.
4. Pembacaan *Dial Gauge* penurunan setiap 20 menit. Pemberian beban dan pembacaan dial ini diteruskan sampai terjadi penurunan melebihi 20% lebar pondasi. Sebagai beban keruntuhan, dipilih beban yang mengakibatkan penurunan 10% lebar pondasi, atau dalam hal ini 15 mm. Hal ini sesuai yang diusulkan oleh Terzaghi dan Peck.
5. **Percobaan pertama** adalah tanah lunak tanpa perbaikan. Beban awalnya sebesar 16,745 kg selanjutnya ditambah beban setiap 60 menit bila penurunan kurang dari 0,25 mm/jam atau setiap 120 menit bila lebih. Pembacaan *Dial Gauge* penurunan setiap 20 menit. Pemberian beban dan pembacaan dial ini diteruskan sampai terjadi penurunan 10% lebar pondasi, atau dalam hal ini 15 mm, dalam hal ini sudah dianggap runtuh.
6. **Percobaan kedua** dilakukan dengan cara tanah diberi 1 lapis ban pada kedalaman -10cm yang telah dipotong berbentuk persegi dengan ukuran $45\text{cm} \times 45\text{cm}$. Beban awalnya sebesar 16,745 kg
7. **Percobaan ketiga** dilakukan dengan cara yang sama, diberi 2 lapis ban yang telah dipotong berbentuk persegi dengan ukuran $45\text{cm} \times 45\text{cm}$ pada kedalaman -10cm dan -20cm dari permukaan tanah, beban awalnya sebesar 16,745 kg
8. **Percobaan keempat** dilakukan dengan cara yang sama, diberi 3 lapis ban yang telah dipotong berbentuk persegi dengan ukuran $45\text{cm} \times 45\text{cm}$ pada kedalaman -10cm, -20cm dan -30cm dari permukaan tanah, beban awalnya sebesar 16,745 kg

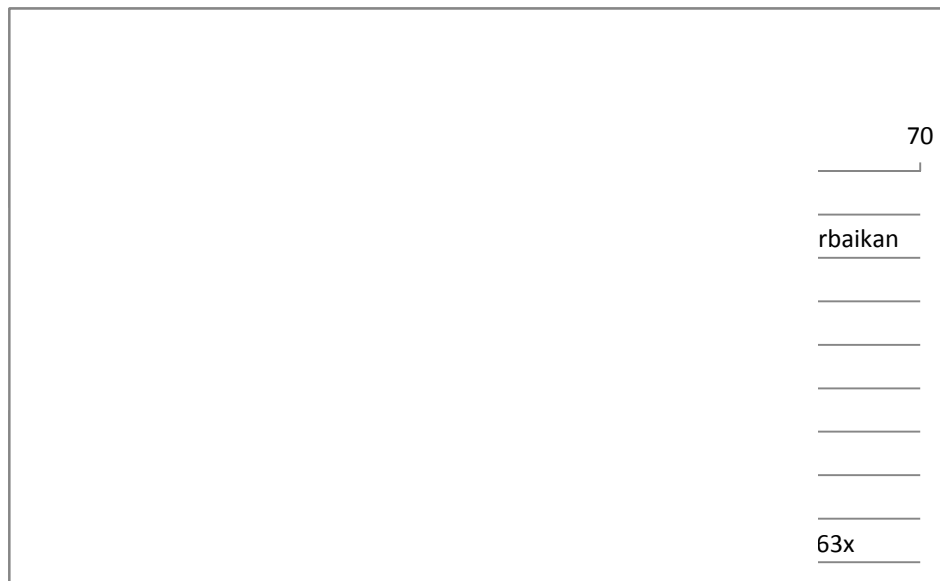
4. HASIL DAN ANALISA

4.1. Hasil Pengujian

4.1.1. Tanah Lunak Sebelum Perkuatan

Tabel 4.1. Data Tanah Lunak Sebelum Perkuata

Penambahan beban (Kg)	Penurunan dalam mm
0	0
16,745	1,39
17,745	1,85
18,745	2,13
19,745	2,35
20,745	2,96
23,745	4,64
24,745	4,78
25,745	4,92
27,745	5,38
32,745	7,27
37,745	8,65
47,745	12,11
52,745	14,72
56,745	15,06

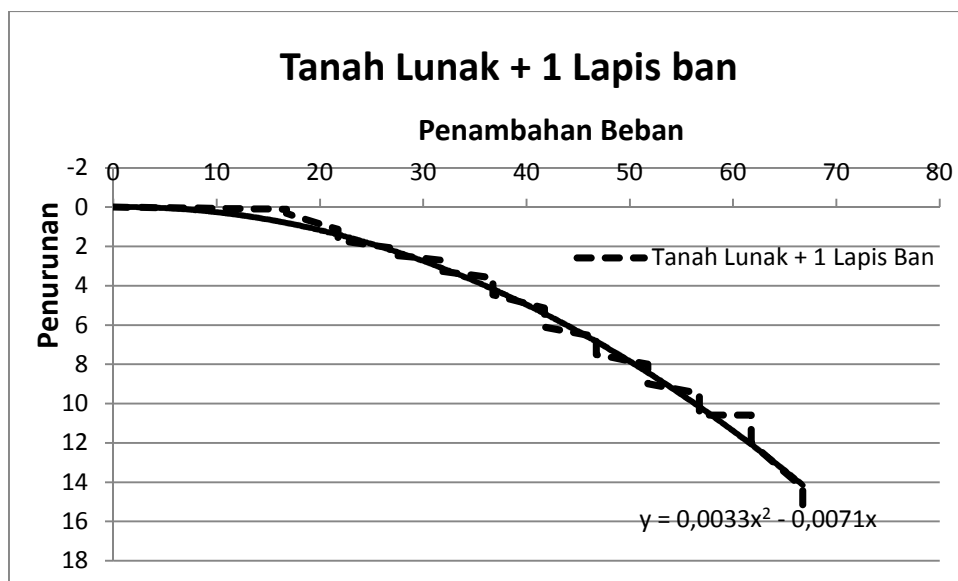


Grafik 4.1. Tanah Lunak sebelum perkuatan

4.1.2. Tanah Lunak Dengan Perkuatan 1 Lapis Ban Bekas

Tabel 4.2. Data Tanah Lunak dengan 1 Lapis Ban

Penambahan beban (kg)	Penurunan dalam mm
0	0,00
16,745	0,32
21,745	1,69
26,745	2,42
31,745	3,27
36,745	4,45
41,745	6,10
46,745	7,50
51,745	8,98
56,745	10,58
61,745	12,00
66,745	15,38

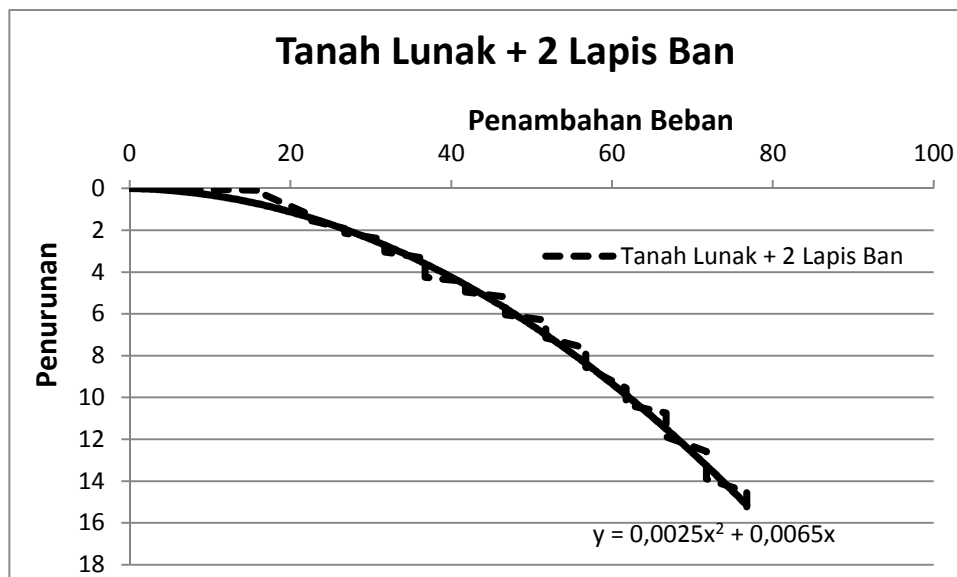


Grafik 4.2. Tanah Lunak dengan 1 Lapis Ban

4.1.3. Tanah Lunak Dengan Perkuatan 2 Lapis Ban Bekas

Tabel 4.3. Data Tanah Lunak dengan 2 Lapis Ban

Penambahan beban (kg)	Penurunan dalam mm
0	0
16,745	0,3
21,745	1,47
26,745	2,14
31,745	3,04
36,745	4,25
41,745	4,96
46,745	6,05
51,745	7,14
56,745	8,55
61,745	10,34
66,745	11,88
71,745	13,90
76,745	15,30

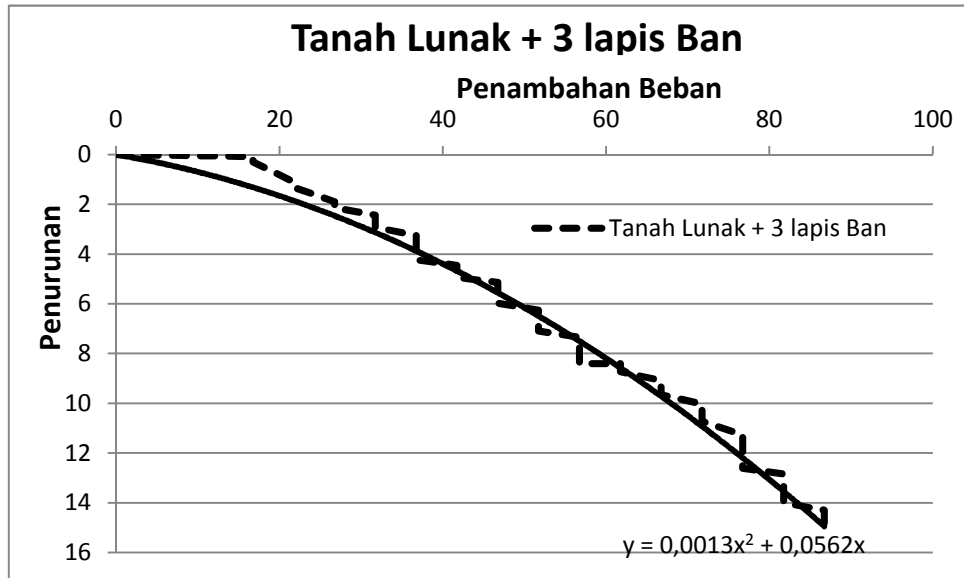


Grafik 4.3. Tanah Lunak dengan 2 Lapis Ban

4.1.4 Tanah Lunak Dengan Perkuatan 3 Lapis Ban Bekas

Tabel 4.4. Data Tanah Lunak dengan 3 Lapis Ban

Penambahan beban (kg)	Penurunan dalam mm
0	0,00
16,745	0,30
21,745	1,31
26,745	2,14
36,745	4,24
41,745	4,95
51,745	7,09
56,745	8,40
66,745	9,65
71,745	10,72
76,745	12,61
81,745	14,00
86,745	15,20

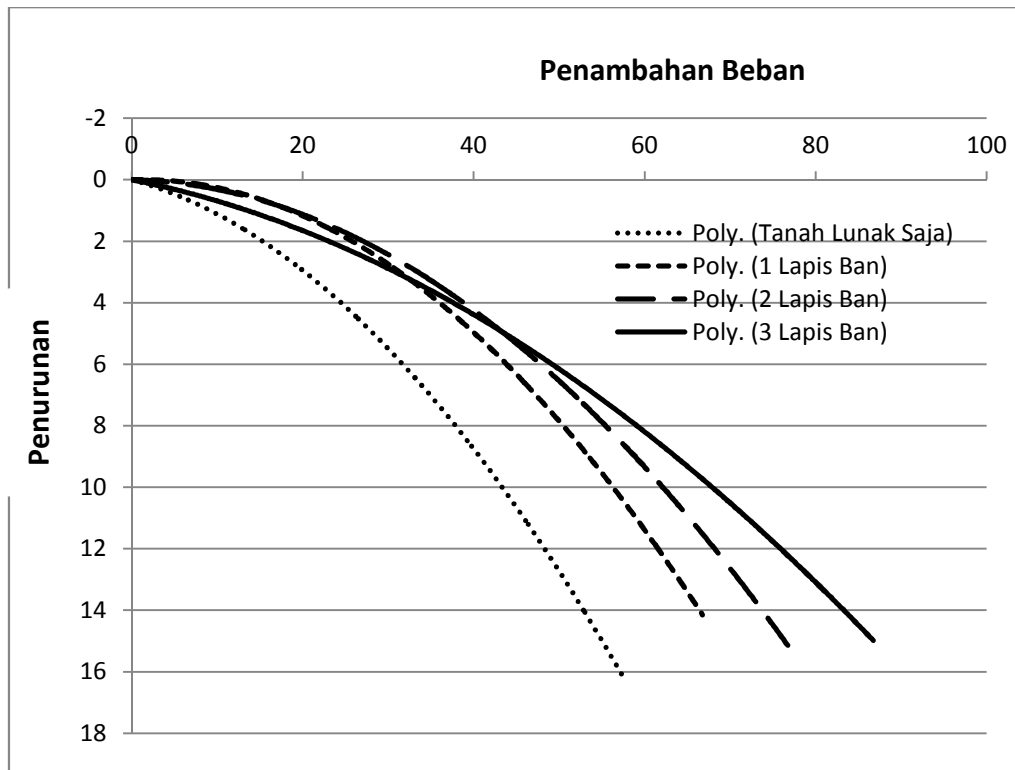


Grafik 4.4. Tanah Lunak dengan 3 Lapis Ban

4.1.5. Variasi penambahan Lapis Ban Bekas pada Perkuatan Tanah Lunak

Tabel 4.5. Data Tanah Lunak dengan Variasi Lapis Ban

Beban (kg)	Tanah Lunak sebelum Perkuatan	Penurunan		
		Perkuatan 1 lapis	Perkuatan 2 Lapis	Perkuatan 3 Lapis
0	0	0,00	0	0
16,745	1,39	0,32	0,3	0,3
21,745	3,53	1,69	1,47	1,31
26,745	5,14	2,42	2,14	2,14
31,745	7,27	3,27	3,04	2,93
36,745	8,65	4,45	4,25	4,24
41,745	10,01	6,10	4,96	4,95
46,745	12,11	7,50	6,05	5,98
51,745	14,72	8,98	7,14	7,09
56,745	15,06	10,58	8,55	8,4
61,745		12,00	10,34	8,73
66,745		15,38	11,88	9,65
71,745			13,9	10,72
76,745			15,3	12,61
81,745				14
86,745				15,2



Grafik 4.5. Perbandingan Tanah Lunak dengan Variasi Lapis Ban

4.2. Analisis data dan perhitungan

4.2.1. Analisis Data

Dari hasil uji parameter tanah sebelum percobaan penelitian dimulai, didapat data-data sebagai berikut :

Kadar air	50,40%
Berat jenis	2,67 gr/cm ³
Kohesi	0,12 kg/cm ²
Sudut gesek dalam	4,40°
Batas Cair LL	52,5%
Batas Plastis PL	48,13%
Plasticity Index PI	4,37%
Liquidity Index LI	0,52
Berat volume basah γ_b	1,82 gr/cm ³
Berat volume Kering γ_k	1,21 gr/cm ³

Dari hasil penelitian pembacaan beban yang diperoleh dirangkum dalam bentuk tabel seperti dibawah ini :

Tabel 4.6. Hasil Pembacaan Beban

Percobaan	Pembacaan beban maksimum (kg)
Tanah Lunak Tanpa Lapis Ban	57,745 kg
Tanah Lunak + 1 Lapis Ban	61,745 kg
Tanah Lunak + 2 Lapis Ban	76,745 kg
Tanah Lunak + 3 Lapis Ban	86,745 kg

4.2.2 Perhitungan

4.2.2.1. Analisis perhitungan berdasarkan penurunan tanah menurut teori Terzaghi dan teori elastisitas.

Untuk lebih menjelaskan adanya pengaruh penambahan lapis ban pada tanah lunak sebagai bahan perkuatan, maka akan di jelaskan lebih lanjut lewat perhitungan penurunan tanah akibat beban di atasnya serta pengaruh lapis ban itu sendiri dengan menggunakan rumus 2.2.

Contoh perhitungan penurunan tanah :

Tanah Lunak Sebelum Perkuatan menurut teori Terzaghi dengan $\mu = 0,25$

Pada beban (P) : 21,745 kg = 0,2132 kN

Diketahui :

L = 15 cm = 0,15 m ; B = 15 cm = 0,15 m ; A = 0,15 x 0,15 = 0,0225 m² ; q_n = P/A ; q_n = 9,5 kN/m²

E = 328,92 kN/m² ; $\mu = 0,25$; I_p = 0,95

$$S_i = 0,00385 \text{ m} = 3,85 \text{ mm}$$

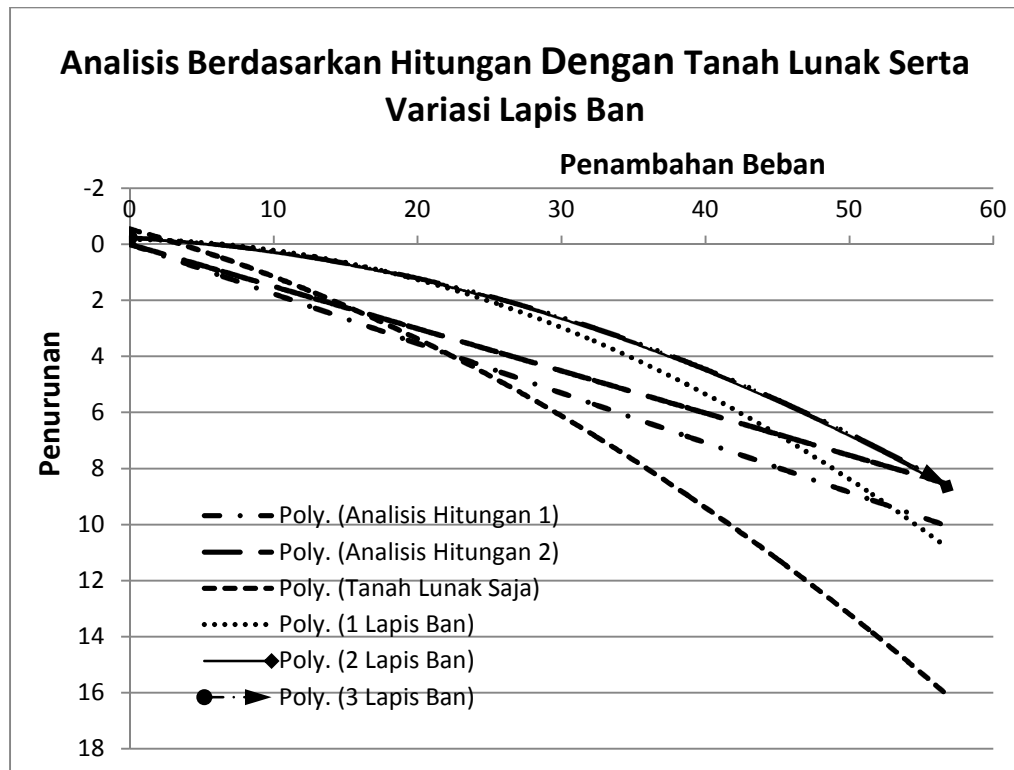
Berdasarkan hasil penelitian, data penurunan tanah :

- Tanah lunak sebelum perkuatan : 3,85 mm
- Tanah lunak + 1 Lapis Ban : 1,69 mm
- Tanah lunak + 2 Lapis Ban : 1,47 mm
- Tanah lunak + 3 Lapis Ban : 1,31 mm

Dari data yang ada, dilihat bahwa penambahan lapis ban sebagai bahan perkuatan tanah lunak mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap penurunan tanah itu sendiri.

Tabel 4.7. Tabel Penurunan Tanah Pada Variasi Lapis Ban Terhadap Penambahan Beban.

Beban (kg)	Penurunan dalam mm					
	Analisis 1	Analisis 2	Tanah lunak tanpa perkuatan	Tanah lunak dengan 1 lapis ban	Tanah lunak dengan 2 lapis ban	Tanah lunak dengan 3 lapis ban
0	0,00	0,00	0	0	0	0
16,7	2,96	2,52	1,39	0,32	0,30	0,30
21,7	3,85	3,27	3,53	1,69	1,47	1,31
26,7	4,73	4,03	5,14	2,42	2,14	2,14
31,7	5,62	4,78	7,27	3,27	3,04	2,93
36,7	6,50	5,53	8,65	4,45	4,25	4,24
41,7	7,39	6,29	10,01	6,10	4,96	4,95
46,7	8,28	7,04	12,11	7,50	6,05	5,98
51,7	9,16	7,79	14,72	8,98	7,14	7,09
56,7	10,05	8,55	15,06	10,58	8,55	8,40



Grafik 4.6. Perbandingan Analisis Berdasarkan Hitungan dengan Tanah Lunak Serta Variasi Lapis Ban

4.2.2.2. Analisis perhitungan berdasarkan tambahan tegangan vertikal.

Perhitungan yang dilakukan hanya akan menunjukkan apakah ada pengaruh lapis ban itu sendiri terhadap beban maksimum yang ditahan serta tegangan vertikal yang terjadi.

Contoh perhitungan :

Kedalaman tegangan vertikal yang di tinjau adalah 10 cm, 20 cm, 30 cm. Beban maksimum yang didapat pada setiap percobaan sebagai berikut:

Tanah Lunak saja (TL) : 56,745 kg = 0,556 kN

Tanah Lunak + 1 lapis Ban (LP1) : 66,745 kg = 0,655 kN

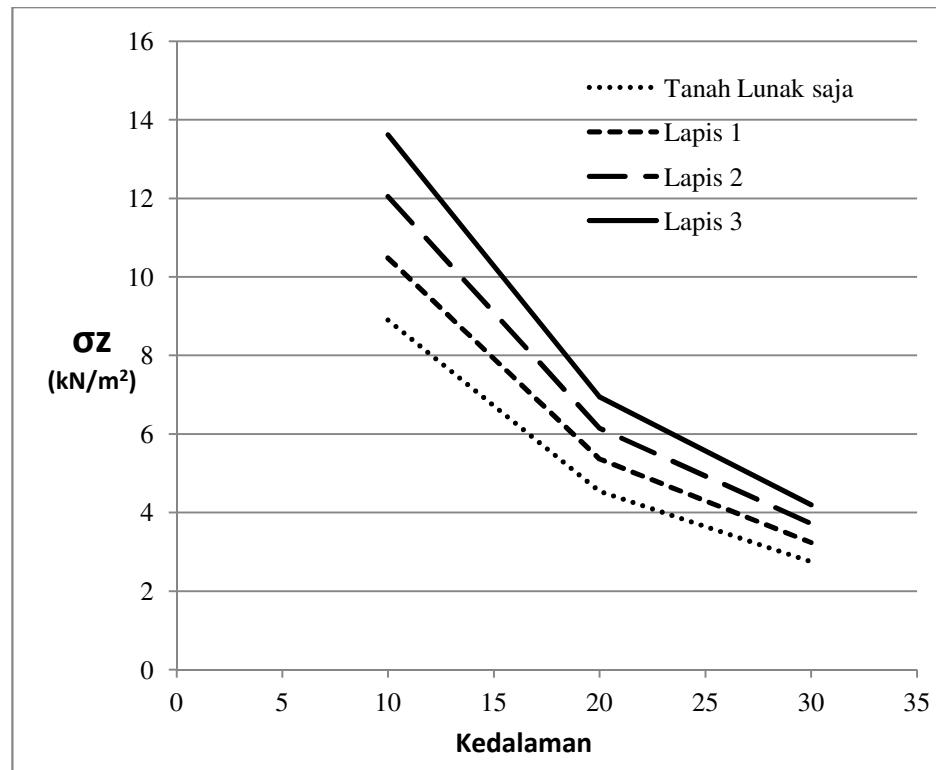
Tanah Lunak + 2 lapis Ban (LP2) : 76,745 kg = 0,753 kN

Tanah Lunak + 3 lapis Ban (LP3) : 86,745 kg = 0,851 kN

Berikut dapat dilihat data-data hasil perhitungan yang disajikan dalam bentuk tabel 5.8.

Tabel 4.8. Pengaruh Variasi Lapis Ban Terhadap Tegangan Vertikal Pada Setiap Kedalaman

Kedalaman (cm)	σ_z (kN/m ²)			
	TL	1LP	2LP	3LP
10	8,896	10,48	12,048	13,616
20	4,538	5,367	6,147	6,947
30	2,746	3,235	3,719	4,202



Grafik 4.7. Tambahan Tegangan Vertikal Pada Variasi Lapis Ban

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari penelitian yang telah dilakukan terlihat adanya peningkatan kekuatan tanah dasar pondasi dangkal pada tanah lempung lunak dengan penggunaan lapis ban bekas dibanding tanah lempung lunak tanpa lapis ban bekas, dan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah lunak pada pondasi dangkal sebelum mengalami perkuatan dengan lapis ban bekas mengalami penurunan yang cukup besar disebabkan oleh beban titik yang dipikulnya.
2. Penambahan lapis ban pada tanah lunak sebagai bahan perkuatan memperkecil penurunan yang terjadi oleh beban titik yang dipikulnya dibandingkan tanah lunak sebelum perkuatan.
3. Penambahan lapis ban pada tanah lunak sebagai bahan perkuatan juga berpengaruh pada beban maksimum yang dapat ditahan oleh pondasi plat. Pada tanah lunak sebelum perkuatan, beban maksimum yang dapat ditahan sebesar 56,745 kg sedangkan pada tanah lunak dengan 1 lapis ban, sebesar 66,745 kg atau naik sebesar 115,59%. Pada perbaikan tanah lunak dengan 2 lapis ban bekas, sebesar 76,745 kg atau naik sebesar 132,90%. Pada perbaikan tanah lunak dengan 3 lapis ban bekas, sebesar 86,745 kg atau naik sebesar 150,22%.

5.2 Saran

1. Untuk pengujian selanjutnya, pada dasar bak uji diisikan pasir terlebih dahulu kira-kira setebal 10 cm dari dasar bak uji, sehingga waktu yang diperlukan untuk menunggu air pada tanah lempung meresap dan keluar lewat saluran drainase tidak terlalu lama.
2. Pemadatan dalam bak harus dilakukan dalam beberapa lapisan untuk mendapatkan kepadatan tanah yang sama pada seluruh bagian tanah.
3. *Dial Gauge* atau dial yang digunakan untuk membaca penurunan pondasi plat yang ada diatas tanah yang diuji sebaiknya digunakan lebih dari 1 buah untuk menjaga ketelitian data yang didapat.

