

RINGKASAN

Arie Purbiantoro, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Maret 2015, Pengaruh Repetisi Beban Terhadap Tegangan, dan Penurunan Tanah Ekspansif Pada Model Perkerasan Lentur, Dosen Pembimbing: Ir. Harimurti, MT dan Dr. Rernat, Ir. Arief Rachmansyah.

Dalam perencanaannya struktur perkerasan jalan dirancang dengan suatu umur rencana tertentu. Pengulangan beban sumbu tertentu yang mampu dipikul oleh suatu perkerasan menjadi parameter utama dalam menentukan umur rencana dari perkerasan jalan. Selain pengulangan dari beban sumbu tertentu, kondisi tanah dasar dari perkerasan yang berupa tanah lempung ekspansif juga menjadi faktor utama dari kerusakan jalan dimana umur rencana menjadi lebih cepat tercapai.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana hubungan pengulangan beban sumbu terhadap tegangan dan penurunan tanah dasar ekspansif pada model perkerasan lentur.

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa seiring dengan bertambahnya jumlah repetisi beban nilai dari penurunan awal menjadi berkurang secara konstan dengan perubahan yang sangat kecil hingga repetisi akhir. Pola yang sama juga terjadi pada pengujian tegangan tanah, nilai dari tegangan pada repetisi awal bernilai jauh lebih tinggi dibandingkan repetisi beban akhir. Kondisi ini diakibatkan oleh kepadatan lapisan tanah yang semakin tinggi sehingga sudut penyebaran distribusi beban menjadi semakin besar dan nilai dari distribusi tegangan pun semakin kecil.

Kata Kunci : Tanah Ekspansif, Repetisi Beban, Tegangan Tanah, Penurunan Tanah

1. LATAR BELAKANG

Dalam perencanaannya struktur perkerasan jalan dirancang dengan suatu umur rencana tertentu. Pengulangan beban sumbu tertentu yang mampu dipikul oleh suatu perkerasan menjadi parameter utama dalam menentukan umur rencana dari perkerasan jalan. Disamping jumlah pengulangan beban sumbu yang melintas jauh melebihi kapasitas desain umur rencana, kerusakan dini ini juga diakibatkan oleh tanah dasar dari perkerasan yang berupa tanah ekspansif.

Tanah ekspansif sendiri adalah tanah dengan potensi kembang susut yang tinggi akibat perubahan kadar air tanah. Kembang susut inilah yang menyebabkan tanah ini tidak stabil menahan konstruksi di atasnya, terkhusus pada konstruksi perkerasan jalan. Dari permasalahan yang ada penyusun ingin mengetahui bagaimana pengaruh dari pengulangan beban sumbu pada perkerasan jalan dengan tanah dasar ekspansif terhadap penurunan dan juga tegangan pada tanah dasar. Dari dasar di atas maka penyusun mengangkat topik dalam penelitian ini dengan judul : **“Pengaruh Reptisi Beban Terhadap Tegangan, dan Penurunan Tanah Ekspansif Pada Model Perkerasan Lentur”**. Perilaku tanah ekspansif terhadap pengulangan beban sumbu pada model perkerasan lentur dapat dijadikan

pertimbangan dalam menentukan pilihan desain perkerasan jalan yang tepat diterapkan pada ruas jalan Paron-Ngawi.

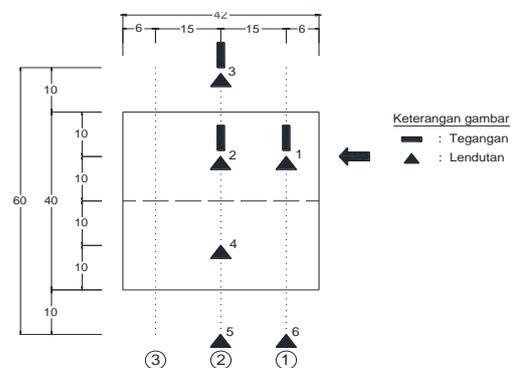
2. METODE PENELITIAN

2.1 Pemodelan Penelitian

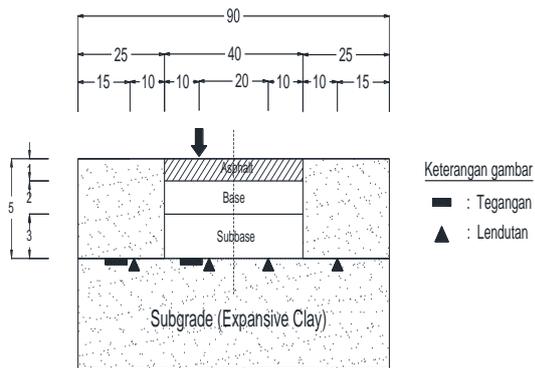
Pada penelitian ini dibuat pemodelan perkerasan lentur yang terbuat dari aspal dengan metode pencampuran panas (*hotmix*) yang menggunakan skala geometri 1:20. Untuk kondisi tanah dasar (*subgrade*) digunakan jenis tanah ekspansif yang bersifat terganggu (*disturbed soil*).

2.1.1 Penempatan alat uji

Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji tegangan yang terbuat dari *load cell*, alat uji penurunan dan juga mesin penguji (beban berjalan). Untuk penempatan dari alat uji ini dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2. Dari gambar dapat kita lihat model perkerasan lentur ditempatkan pada box dengan tanah ekspansif sebagai *subgrade*.



Gambar 2.1 Tampak Atas Denah Posisi Sensor



Gambar 2.2 Potongan Melintang Posisi Sensor

2.2 Pemodelan perilaku pembebanan

Dalam pengujian digunakan repetisi dan kondisi kadar air seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Pola pembebanan

Jumlah air	Repetisi beban	Data penurunan dan tegangan tanah
0 % (0L)	100 kali	Dibandingkan untuk setiap interval pembacaan 10 repetisi beban
5 % (15L)	100 kali	Dibandingkan untuk setiap interval pembacaan 10 repetisi beban
11,6 % (35L)	100 kali	Dibandingkan untuk setiap interval pembacaan 10

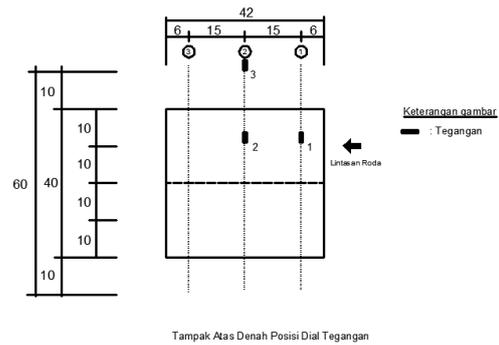
		repetisi beban
18,8 % (55L)	100 kali	Dibandingkan untuk setiap interval pembacaan 10 repetisi beban

2.3 Uji perilaku

Untuk dapat melihat respon tegangan dan penurunan tanah dasar terhadap repetisi beban berjalan maka dilakukan uji perilaku yaitu :

- Mempersiapkan box dengan tanah kering oven dengan total berat 292,11 kg. Kemudian tanah dipadatkan didalam box secara bertahap dengan tebal 10 cm untuk setiap lapisan. Pematatan dilakukan sampai setengah dari volume box.
- Setelah itu dilanjutkan dengan pemasangan saluran pipa, kemudian penghamparan dan pematatan kembali dilanjutkan hingga ketinggian mencapai 5cm sebelum permukaan box.
- Selanjutnya alat uji tegangan dan penurunan dipasang pada kedalaman 5 cm sesuai gambar 2.2, dan kemudian dilanjutkan dengan penghamparan lapisan subbase dan base perkerasan. Setelah itu model dari perkerasan lentur dapat dipasang.

- d. Setelah semua persiapan selesai, kemudian dilakukan pembebanan sesuai dengan pola pembebanan pada tabel 2.1. Selama proses pembebanan ini berlangsung proses pembacaan data tegangan dan penurunan juga dilakukan.
- e. Setelah proses pembebanan pada kondisi pertama (kering) selesai, kemudian dilanjutkan untuk kondisi kadar air berikutnya. Penambahan kadar air dilakukan dengan menambahkan air melalui instalasi pipa.
- f. Kemudian ulangi tahap d dan e hingga mencapai kondisi kadar air yang sudah ditentukan.



Tampak Atas Denah Posisi Dial Tegangan

Gambar 4.1 Posisi Dial Tegangan

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Ditinjau dari Tegangan Tanah

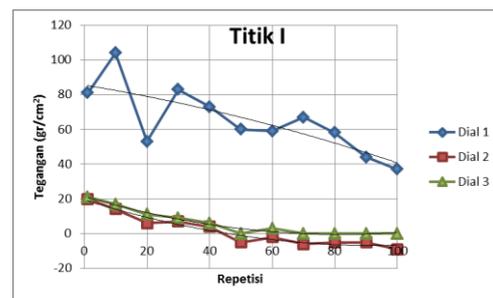
Nilai tegangan awal yang digunakan sebagai acuan adalah lintasan ke-0 dengan nilai 0 gr/cm^2 pada masing-masing kondisi. Posisi dial-dial tegangan yang terpasang dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah.

3.1.1. Pengujian Tegangan pada Kadar Air 0%

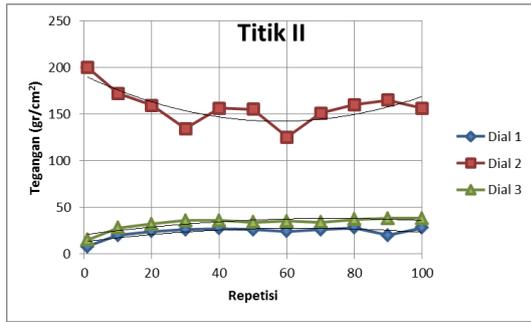
Hasil dari pembacaan pengujian tegangan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 3.1 Nilai Tegangan Tanah Hasil Pengujian

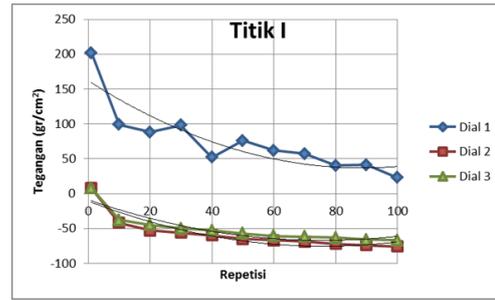
Repetisi Ke	Tegangan (gr/cm^2)								
	Titik I			Titik II			Titik III		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
1	81	20	21	8	200	15	0	11	0
10	104	14	17	20	172	28	-6	0	-4
20	53	6	11	24	159	32	-8	0	-5
30	83	7	9	26	134	36	-6	-4	-4
40	73	4	6	27	156	36	-8	-3	-6
50	60	-5	0	26	155	34	-9	-7	-6
60	59	-2	3	24	125	35	-8	-2	-4
70	67	-6	0	26	151	34	-9	-4	-6
80	58	-5	0	28	160	37	-11	-2	-7
90	44	-5	0	20	165	38	-9	-3	-6
100	37	-9	0	28	156	38	-14	-7	-10



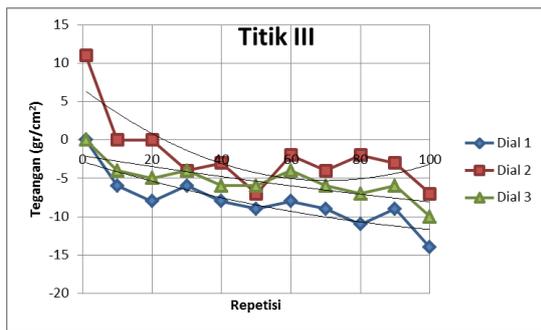
Gambar 3.2 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Pertama



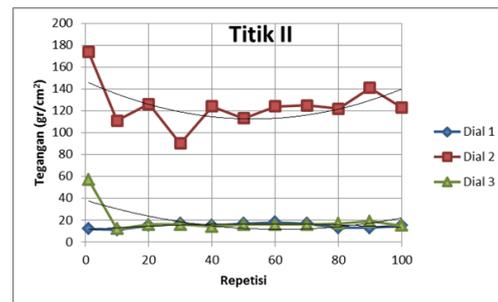
Gambar 3.3 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Kedua



Gambar 3.5 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Pertama



Gambar 3.4 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Ketiga



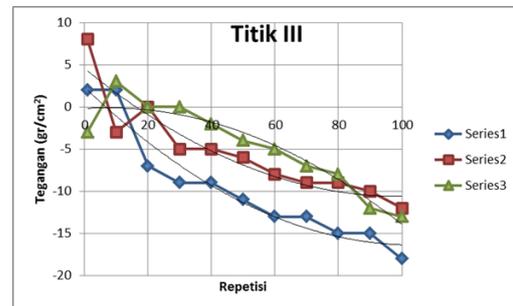
Gambar 3.6 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Kedua

3.1.2. Pengujian Tegangan pada Kadar Air 5%

Hasil dari pembacaan pengujian tegangan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 3.2 Nilai Tegangan Tanah Hasil Pengujian

Tegangan (g/cm ²)								
Titik I			Titik II			Titik III		
Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
202	8	8	12	174	57	2	8	-3
99	-42	-38	11	111	12	2	-3	3
88	-53	-45	15	126	16	-7	0	0
98	-56	-50	17	90	16	-9	-5	0
52	-60	-53	15	124	14	-9	-5	-2
76	-65	-57	17	113	16	-11	-6	-4
62	-67	-61	18	124	16	-13	-8	-5
57	-69	-62	17	125	16	-13	-9	-7
40	-72	-63	13	122	17	-15	-9	-8
41	-74	-66	13	141	19	-15	-10	-12
23	-76	-67	15	123	15	-18	-12	-13



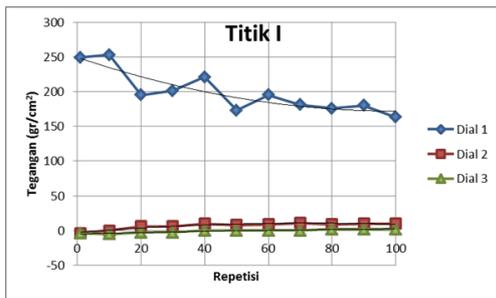
Gambar 3.7 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Ketiga

3.1.3. Pengujian Tegangan pada Kadar Air 11.6%

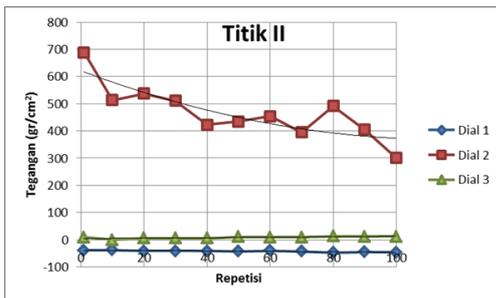
Hasil dari pembacaan pengujian tegangan dapat dilihat pada table dan grafik berikut.

Tabel 3.3 Nilai Tegangan Tanah Hasil Pengujian

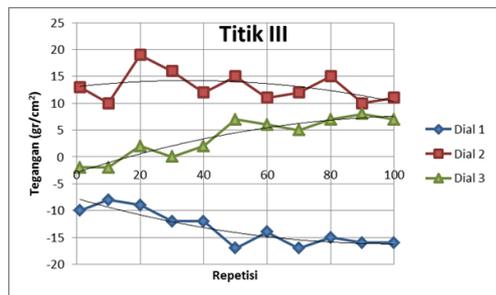
Repetisi Ke	Tegangan (g/cm ²)								
	Titik I			Titik II			Titik III		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
1	249	-4	-4	-39	689	9	-10	13	-2
10	253	0	-5	-38	513	0	-8	10	-2
20	195	6	-3	-41	537	5	-9	19	2
30	201	6	-3	-41	511	6	-12	16	0
40	221	10	0	-41	423	5	-12	12	2
50	173	8	0	-43	435	10	-17	15	7
60	195	9	0	-40	454	9	-14	11	6
70	181	11	0	-43	395	9	-17	12	5
80	176	9	2	-48	491	13	-15	15	7
90	180	10	2	-45	404	12	-16	10	8
100	163	10	2	-46	300	11	-16	11	7



Gambar 3.8 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Pertama



Gambar 3.9 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Kedua



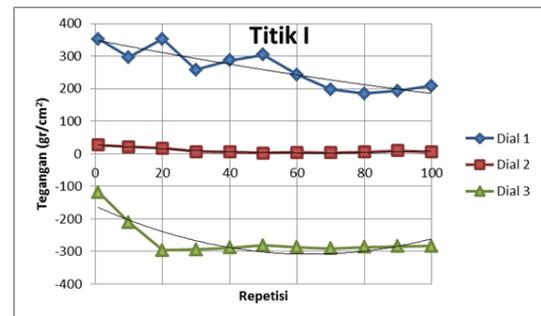
Gambar 3.10 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Ketiga

3.1.4. Pengujian Tegangan pada Kadar Air 18.8%

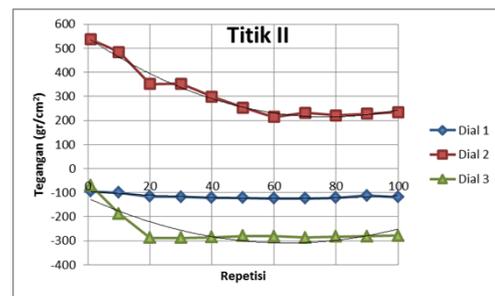
Hasil dari pembacaan pengujian tegangan dapat dilihat pada table dan grafik berikut.

Tabel 3.4 Nilai Tegangan Tanah Hasil Pengujian

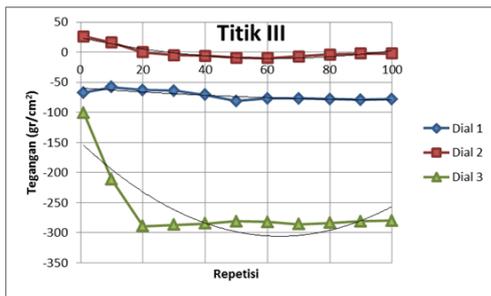
Repetisi Ke	Tegangan (g/cm ²)								
	Titik I			Titik II			Titik III		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
1	353	27	-118	-95	537	-71	-67	26	-101
10	297	22	-211	-100	484	-188	-58	16	-212
20	352	17	-297	-116	351	-288	-63	0	-289
30	258	7	-294	-118	352	-288	-64	-5	-287
40	287	5	-289	-121	299	-285	-71	-6	-285
50	304	2	-282	-122	253	-280	-81	-9	-281
60	243	4	-287	-124	214	-281	-77	-10	-282
70	198	3	-291	-124	231	-287	-77	-7	-286
80	185	5	-287	-121	221	-283	-78	-4	-284
90	193	10	-285	-112	228	-281	-79	-2	-281
100	209	5	-284	-119	234	-279	-78	-2	-280



Gambar 3.11 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Pertama



Gambar 3.12 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Kedua



Gambar 3.13 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Tegangan pada Titik Ketiga

Pada pengujian dengan penambahan kadar air sebesar 18.8% ini nilai dari tegangan menunjukkan pola yang sama dengan pengujian sebelumnya baik untuk dial 1 maupun dial ke-2. Pola yang sama ini tidak terjadi pada dial ke-3 yang mengalami peningkatan tegangan cukup tinggi, dengan nilai -101 gr/cm^2 pada repetisi pertama dan menjadi -289 gr/cm^2 pada repetisi ke-20 dan bernilai konstan hingga repetisi beban yang ke-100 -280 gr/cm^2 .

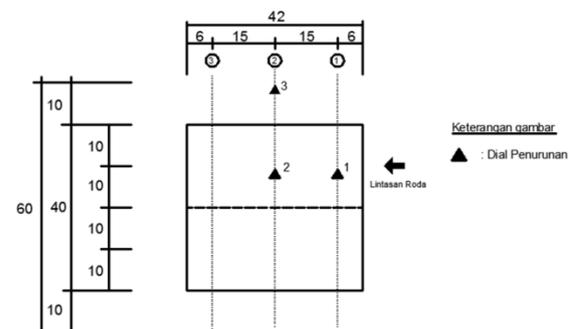
Perilaku yang ditunjukkan oleh dial ketiga dengan nilai tegangan yang negatif ini dapat diakibatkan oleh desakan kesamping oleh lapisan tanah dibawah perkerasan sehingga mengakibatkan titik dial ketiga terangkat keatas, dan juga akibat dari tekanan pengembangan dari tanah ekspansif sendiri yang menekan sensor pada dial keatas.

Dari pengujian tegangan tanah diatas, nilai dari tegangan tanah secara bertahap seiring dengan bertambahnya repetisi beban mengalami penurunan, baik pada dial 1, 2 dan 3 untuk setiap titiknya.

Hal ini dimungkinkan terjadi karena semakin padatnya lapisan tanah yang berada diatas dial akibat beban berjalan, sehingga distribusi dari tekanan beban yang diterima oleh lapisan subgrade tempat diletakkannya dial semakin berkurang.

3.2. Hasil Pengujian Ditinjau dari Penurunan Tanah

Posisi dari dial yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini.



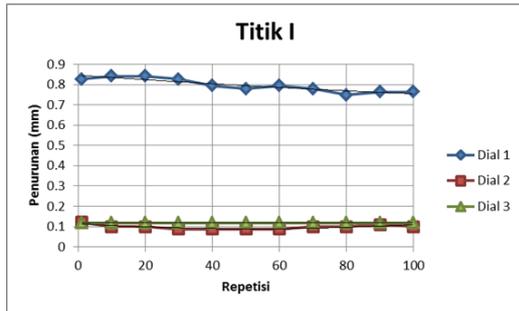
Gambar 3.14 Titik Dial Penurunan Tanah

3.2.1. Pengujian Penurunan Tanah pada Kadar Air 0%

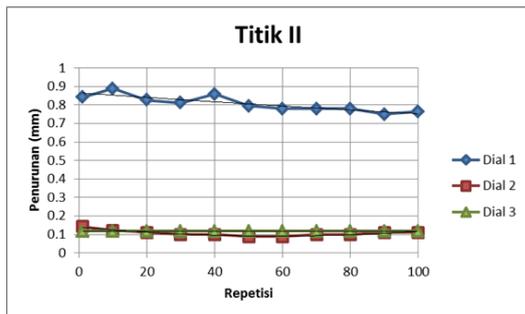
Data hasil pembacaan penurunan tanah disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berikut.

Tabel 3.5 Nilai Penurunan Tanah Hasil Pengujian

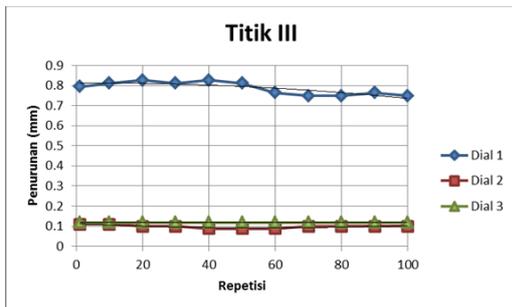
Repetisi Ke	Penurunan (mm)								
	Titik I			Titik II			Titik III		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
1	0.8268	0.121	0.1179	0.8424	0.143	0.1179	0.7956	0.11	0.1179
10	0.8424	0.099	0.1179	0.8892	0.121	0.1179	0.8112	0.11	0.1179
20	0.8424	0.099	0.1179	0.8268	0.11	0.1179	0.8268	0.099	0.1179
30	0.8268	0.088	0.1179	0.8112	0.099	0.1179	0.8112	0.099	0.1179
40	0.7956	0.088	0.1179	0.858	0.099	0.1179	0.8268	0.088	0.1179
50	0.78	0.088	0.1179	0.7956	0.088	0.1179	0.8112	0.088	0.1179
60	0.7956	0.088	0.1179	0.78	0.088	0.1179	0.7644	0.088	0.1179
70	0.78	0.099	0.1179	0.78	0.099	0.1179	0.7488	0.099	0.1179
80	0.7488	0.099	0.1179	0.78	0.099	0.1179	0.7488	0.099	0.1179
90	0.7644	0.11	0.1179	0.7488	0.11	0.1179	0.7644	0.099	0.1179
100	0.7644	0.099	0.1179	0.7644	0.11	0.1179	0.7488	0.099	0.1179



Gambar 3.15 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Pertama



Gambar 3.16 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Kedua



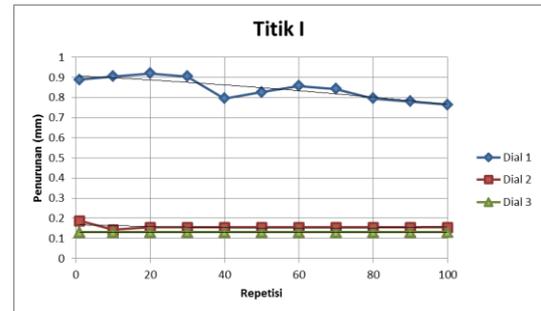
Gambar 3.16 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Ketiga

3.2.2. Pengujian Penurunan Tanah pada Kadar Air 5%

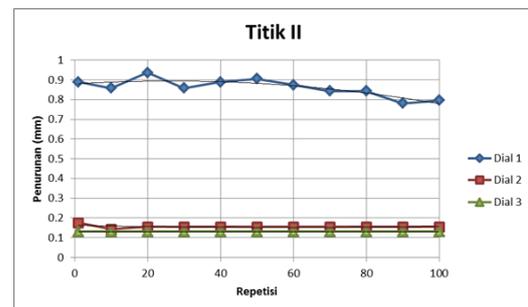
Data hasil pembacaan penurunan tanah disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berikut.

Tabel 3.6 Nilai Penurunan Tanah Hasil Pengujian

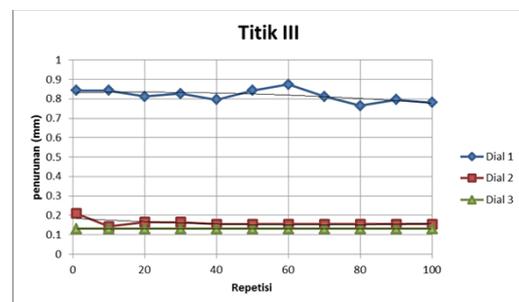
Repetisi Ke	Penurunan (mm)								
	Titik I			Titik II			Titik III		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
1	0.8892	0.187	0.131	0.8892	0.176	0.131	0.8424	0.209	0.131
10	0.9048	0.143	0.131	0.858	0.143	0.131	0.8424	0.143	0.131
20	0.9204	0.154	0.131	0.936	0.154	0.131	0.8112	0.165	0.131
30	0.9048	0.154	0.131	0.858	0.154	0.131	0.8268	0.165	0.131
40	0.7956	0.154	0.131	0.8892	0.154	0.131	0.7956	0.154	0.131
50	0.8268	0.154	0.131	0.9048	0.154	0.131	0.8424	0.154	0.131
60	0.858	0.154	0.131	0.8736	0.154	0.131	0.8736	0.154	0.131
70	0.8424	0.154	0.131	0.8424	0.154	0.131	0.8112	0.154	0.131
80	0.7956	0.154	0.131	0.8424	0.154	0.131	0.7644	0.154	0.131
90	0.78	0.154	0.131	0.78	0.154	0.131	0.7956	0.154	0.131
100	0.7644	0.154	0.131	0.7956	0.154	0.131	0.78	0.154	0.131



Gambar 3.17 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Pertama



Gambar 3.18 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Kedua



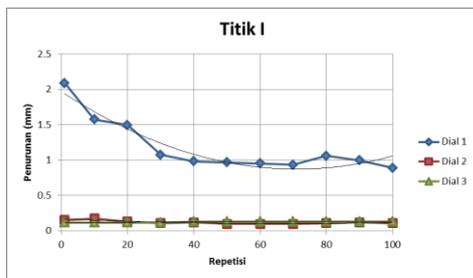
Gambar 3.19 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Ketiga

3.2.3. Pengujian Penurunan Tanah pada Kadar Air 11.6%

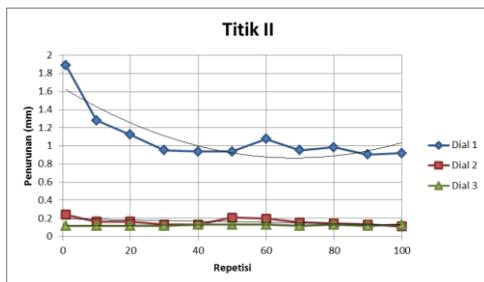
Data hasil pembacaan penurunan tanah disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berikut.

Tabel 3.7 Nilai Penurunan Tanah Hasil Pengujian

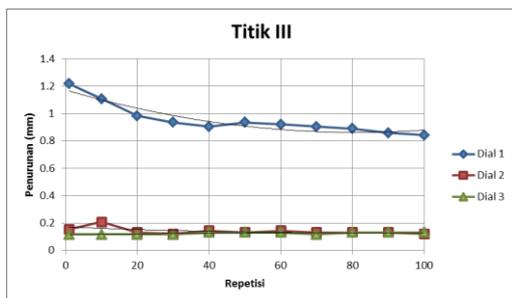
Repetisi Ke	Penurunan (mm)								
	Titik I			Titik II			Titik III		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
1	2.0904	0.154	0.1179	1.8876	0.242	0.1179	1.2168	0.154	0.1179
10	1.5756	0.176	0.1179	1.2792	0.165	0.1179	1.1076	0.209	0.1179
20	1.4976	0.132	0.1179	1.1232	0.165	0.1179	0.9828	0.132	0.1179
30	1.0764	0.11	0.1179	0.9516	0.132	0.1179	0.936	0.121	0.1179
40	0.9828	0.121	0.131	0.936	0.132	0.131	0.9048	0.143	0.131
50	0.9672	0.099	0.131	0.936	0.209	0.131	0.936	0.132	0.131
60	0.9516	0.099	0.131	1.0764	0.198	0.131	0.9204	0.143	0.131
70	0.936	0.099	0.131	0.9516	0.154	0.1179	0.9048	0.132	0.1179
80	1.0608	0.11	0.131	0.9828	0.143	0.131	0.8892	0.132	0.131
90	0.9984	0.121	0.131	0.9048	0.132	0.1179	0.858	0.132	0.131
100	0.8892	0.11	0.131	0.9204	0.11	0.131	0.8424	0.121	0.131



Gambar 3.20 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Pertama



Gambar 3.21 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Kedua



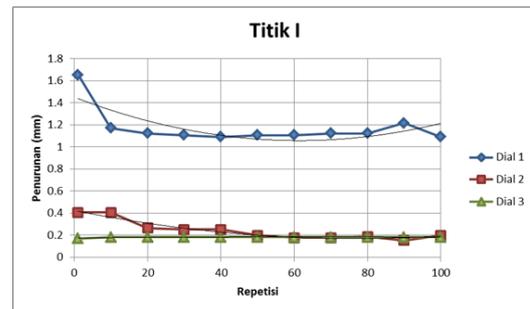
Gambar 3.22 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Ketiga

3.2.4. Pengujian Penurunan Tanah pada Kadar Air 18.8%

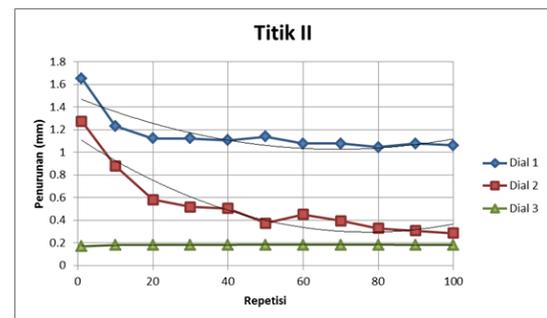
Data hasil pembacaan penurunan tanah disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berikut.

Tabel 3.8 Nilai Penurunan Tanah Hasil Pengujian

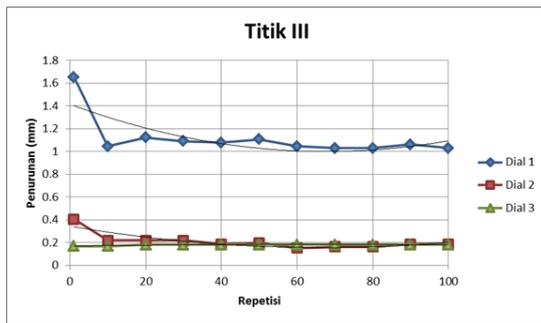
Repetisi Ke	Penurunan (mm)								
	Titik 1			Titik 2			Titik 3		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 1	Dial 2	Dial 3
1	1.6536	0.407	0.1703	1.6536	1.276	0.1703	1.6536	0.407	0.1703
10	1.17	0.407	0.1834	1.2324	0.88	0.1834	1.0452	0.22	0.1703
20	1.1232	0.264	0.1834	1.1232	0.583	0.1834	1.1232	0.22	0.1834
30	1.1076	0.253	0.1834	1.1232	0.517	0.1834	1.092	0.22	0.1834
40	1.092	0.253	0.1834	1.1076	0.506	0.1834	1.0764	0.187	0.1834
50	1.1076	0.198	0.1834	1.1388	0.374	0.1834	1.1076	0.198	0.1834
60	1.1076	0.176	0.1834	1.0764	0.451	0.1834	1.0452	0.154	0.1834
70	1.1232	0.176	0.1834	1.0764	0.396	0.1834	1.0296	0.165	0.1834
80	1.1232	0.187	0.1834	1.0452	0.33	0.1834	1.0296	0.165	0.1834
90	1.2168	0.154	0.1834	1.0764	0.308	0.1834	1.0608	0.187	0.1834
100	1.092	0.198	0.1834	1.0608	0.286	0.1834	1.0296	0.187	0.1834



Gambar 3.23 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Pertama



Gambar 3.24 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Kedua



Gambar 3.25 Grafik Hubungan Repetisi Beban dan Penurunan pada Titik Ketiga

Dapat kita lihat dalam grafik nilai perubahan penurunan terbesar terjadi pada repetisi pertama hingga repetisi beban ke-40. Seperti yang bisa kita lihat pada pengujian dengan kadar air 11.6%, nilai tegangan pada titik kedua dial pertama pada repetisi pertama sebesar 1.89 mm kemudian mengalami perubahan penurunan menjadi 0.94 mm pada repetisi yang ke-40. Pola penurunan ini terus menurun hingga repetisi ke-100 dengan perubahan penurunan yang relatif kecil. Pola yang terjadi dalam pengujian ini dengan penurunan terbesar terjadi pada repetisi awal dan seiring dengan bertambahnya jumlah repetisi beban penurunan yang terjadi semakin kecil, dikarenakan oleh kepadatan tanah yang semakin tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian tegangan yang terjadi pada *subgrade* tanah

ekspansif, pola yang ditunjukkan oleh masing-masing kondisi relatif sama. Tegangan terbesar terjadi pada repetisi pertama hingga repetisi ke-30 sedangkan nilai tegangan mulai menurun seiring dengan bertambahnya jumlah repetisi beban hingga repetisinya yang ke-100. Nilai dari tegangan yang cenderung menurun ini diakibatkan oleh lapisan tanah diatas dial yang semakin padat akibat dari tekanan beban roda. Dengan semakin padatnya suatu lapisan tanah semakin besar pula sudut penyebaran yang terjadi sehingga luas bidang tekan pada bagian dasar semakin bertambah. Akibat bertambahnya luas bidang tekan tersebut, akan menyebabkan distribusi tegangan dalam tanah yang diukur terhadap sumbu vertikal pada dial – dial yang ada semakin kecil.

2. Berdasarkan hasil pengujian penurunan tanah yang terjadi pada *subgrade* tanah ekspansif, pola yang ditunjukkan oleh masing-masing kondisi relatif sama. Pada repetisi pertama hingga repetisi ke-20 dan ke-30 memiliki nilai penurunan yang besar kemudian seiring dengan bertambahnya jumlah repetisi beban nilai dari penurunan menjadi konstan dengan perubahan yang sangat kecil. Kondisi ini diakibatkan oleh kepadatan lapisan tanah yang semakin tinggi seiring

dengan bertambahnya jumlah repetisi. Sehingga penurunan terbesar terjadi pada repetisi beban awal.

Dangkal Di Atas Tanah Urug. Universitas Kristen Petra.

4.2. Saran

1. Untuk penelitian lanjutan sebaiknya digunakan variasi jumlah lintasan sebanyak 1000 repetisi beban atau lebih.
2. Untuk dial pembaca tegangan dan penurunan perlu digunakan dial yang berstandar agar hasil pembacaan lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Sukirman, Silvia., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Zhang, Wei dan Macdonald, Robin A. 2002. Models for determining permanent strains in the subgrade and the pavement functional condition. *Danish Road Institute Report 115*.
- Wesley, Laurence D. 2010. *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*. Yogyakarta: Andi.
- Prawono, Sugie dan Tobing, Edyson. 1999. *Sudut Penyebaran Beban Pondasi*