

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan dari bulan Februari – Juli 2016. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Geologi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Universitas Brawijaya.

3.2 Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut :

1. Tanah lempung ekspansif yang berasal dari Desa Jelu, Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur.
2. Kapur yang diperoleh dari toko bangunan di Malang.

3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Kotak (*box*) berbentuk kubus yang terbuat dari *fiberglass* dengan dimensi (30x30x30) cm dan ketebalan 5 mm
2. Pipa besi berdiameter 3 cm
3. Saringan No. 4
4. Ring *Density*
5. Gelas ukur
6. Timbangan digital
7. Mold dan Proctor sesuai metode B ASTM D-698; AASHTO T-99
8. Alat pemadat untuk kolom *Deep Soil Mix* berbentuk silinder pejal diameter 3 cm.
9. Palu
10. Penggaris
11. Waterpass
12. Plastik kresek
13. Karung goni
14. Satu set alat uji beban yang terdiri dari fame pembebanan, dongkrak hidrolik, *load cell*, *dial lvdt*, piston, pelat baja ukuran 5 cm x 5 cm dan tebal 2 cm.

3.4 Rancangan Penelitian

Dua jenis benda uji digunakan dalam penelitian ini, yaitu benda uji berupa tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi menggunakan metode *Deep Soil Mix* (DSM) dengan campuran 10% kapur. Tanah asli yang telah melalui tahap pemadatan akan dilakukan uji pembebanan terlebih dahulu kemudian uji pembebanan pada tanah yang telah distabilisasi. Dari uji yang dilakukan, diperoleh nilai daya dukung tanah (q_u) sebelum dan sesudah pencampuran kapur dengan variasi jarak dan panjang kolom. Rancangan penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian dengan Variasi Jarak dan Kedalaman Kolom

Jenis Sampel	Jarak Kolom (L)	Kedalaman Kolom (D_f)	P_u	q_u
	Cm	cm	kg	kg/cm ²
Tanah Asli	-	-	x	y
	L = 1 x D	Df = 2 x B	x	y
		Df = 3 x B	x	y
		Df = 4 x B	x	y
Tanah Asli + Kolom DSM 10% Kapur	L = 1,25 x D	Df = 2 x B	x	y
		Df = 3 x B	x	y
		Df = 4 x B	x	y
	L = 1,5 x D	Df = 2 x B	x	y
		Df = 3 x B	x	y
		Df = 4 x B	x	y

3.5 Variabel Penelitian

Terdapat dua variabel dalam penelitian ini, antara lain :

1. Variabel Bebas

- Konfigurasi
- Diameter
- Kedalaman
- Jarak

2. Variabel Terikat

- Tegangan
- Penurunan/regangan.

3.6 Metode Penelitian

3.6.1. Persiapan Benda Uji

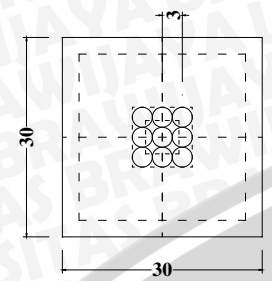
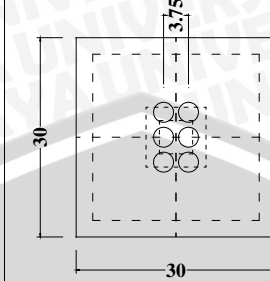
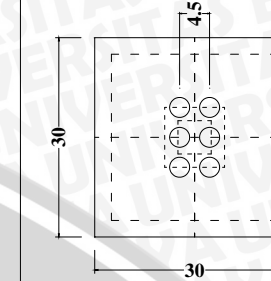
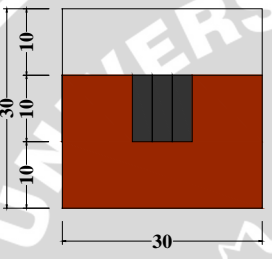
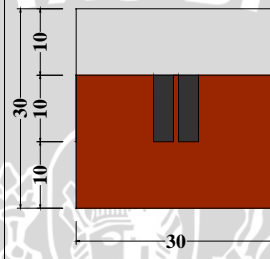
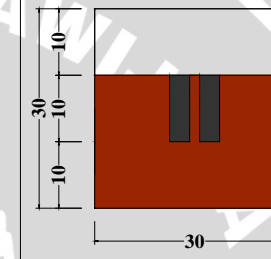
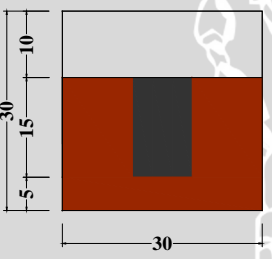
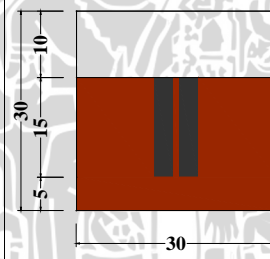
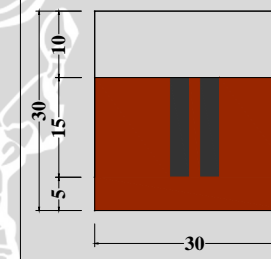
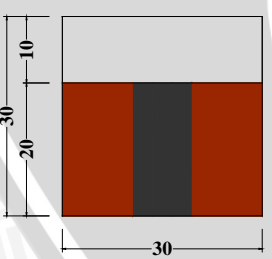
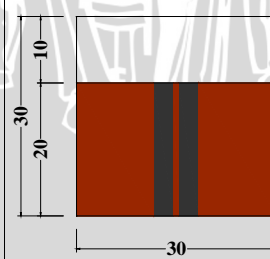
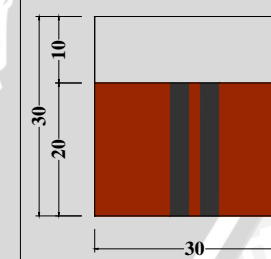
Adapun persiapan benda uji meliputi kegiatan sebagai berikut:

1. Sampel tanah dijemur atau dioven hingga sampel tanah cukup kering.
2. Sampel tanah diayak lolos saringan No. 4.
3. Sampel tanah yang lolos saringan No.4, kemudian ditambahkan air dengan kadar air optimum (OMC). Pencampuran dilakukan hingga merata pada seluruh bagian kemudian sampel dijenuhkan didalam kresek selama sehari sehingga homogen.
4. Pembuatan benda uji dibagi menjadi dua kondisi yaitu kondisi tanah asli tanpa stabilisasi dan tanah distabilisasi menggunakan kapur 10% dengan metode *Deep Soil Mixing*.
5. Tanah dasar atau asli dicetak di dalam *box* yang telah ditentukan hingga volumenya mencapai 18000 cm^3 atau (30x30x20) cm. Sampel dibagi menjadi 4 lapisan, dimana setiap lapisan harus mencapai kepadatan kering. Agar tercapai kepadatan yang diharapkan, setiap lapis harus dikontrol dengan cara memadatkan kebutuhan berat tanah sesuai volume tiap lapis.
6. Setelah pembuatan benda uji tanah asli selesai, selanjutnya dilakukan uji pembebanan.
7. Selanjutnya, langkah 5 diulangi yang kemudian dilakukan pembuatan lubang kolom *Deep Soil Mixing* sesuai dengan variasi jarak dan panjang kolom yang telah ditentukan dengan bantuan pipa besi.
8. Tanah dicampur dengan kadar kapur 10% dari berat kering tanah yang distabilisasi. Kapur sebelumnya telah dicampur dengan air sesuai takaran kadar air optimum (OMC). Pencampuran dilakukan di luar *box* hingga rata (homogen).
9. Sampel tanah yang sudah dicampur 10% kapur, dimasukkan kedalam instalasi kolom yang sudah ditentukan jarak dan panjangnya (lihat Tabel 3.1). Proses instalasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:
 - a. Posisi kolom-kolom DSM digambarkan di atas permukaan tanah asli yang telah dicetak
 - b. Pipa besi satu per satu dimasukkan ke dalam tanah yang telah digambar jarak antar kolomnya
 - c. Pipa besi dikeluarkan dari tanah sehingga diperoleh lubang kolom.

- d. Tanah campuran kapur dimasukkan ke dalam lubang dengan membagi beberapa lapisan, dimana untuk panjang kolom (Df) 10cm dibagi menjadi 2 lapisan, (Df) 15cm dibagi menjadi 3 lapisan, dan (Df) 20cm dibagi menjadi 4 lapisan.
 - e. Tiap lapisan dipadatkan dengan kepadatan kering maksimum. Agar tercapai kepadatan yang diinginkan, setiap lapis harus dikontrol dengan cara memadatkan kebutuhan berat tanah sesuai volume tiap lapis dan dilakukan pengukuran secara berkala untuk memastikan ketinggian lapisan tanah telah sesuai.
10. Kemudian dilakukan pemeraman benda uji selama 3 hari.
 11. Setelah pemeraman selesai, selanjutnya dilakukan uji pembebanan.

Dalam pemodelan benda uji, dibuat variasi jarak dan panjang pada konfigurasi kolom DSM yang akan digunakan (Gambar 3.1). Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi tersebut terhadap perilaku daya dukung (q_u) tanah. Konfigurasi kolom DSM yang digunakan yaitu tipe *Single Square* berdiameter (D) 3 cm.



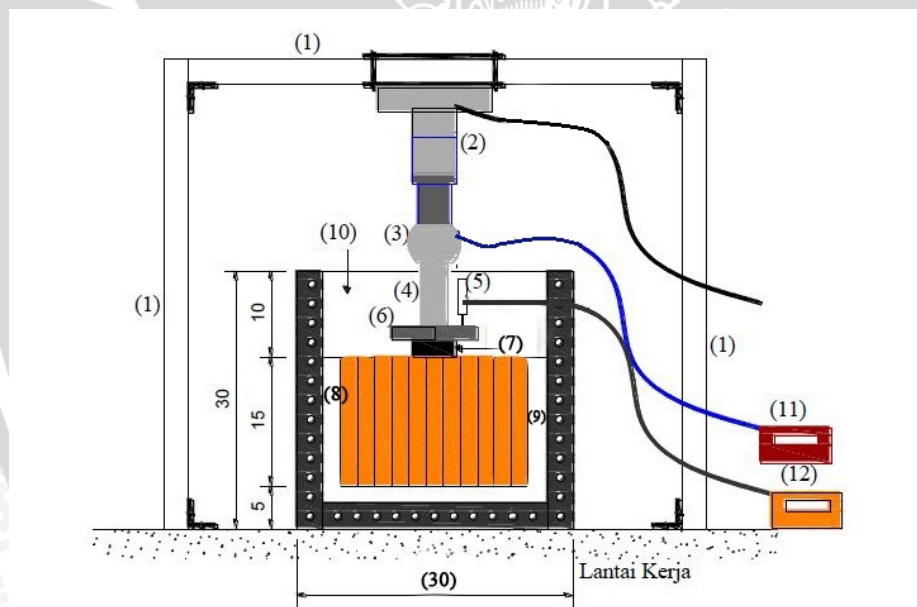
Lebar Pondasi (B) = 5 cm	Diameter Kolom (D) = 3 cm		
	Jarak Kolom (L) 1 D = 3 cm	Jarak Kolom (L) 1,25 D = 3,75 cm	Jarak Kolom (L) 1,5 D = 4,5 cm
Konfigurasi Tipe Single Square			
Kedalaman Sampel Tanah (h) = 20 cm	Panjang Df = 2B 		
	Panjang Df = 3B 		
	Panjang Df = 4B 		

Gambar 3.1 Variasi Jarak dan Panjang Tipe *Single Square* Berdiameter 3 cm

3.6.2. Uji Pembebanan

Pengujian pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi, digunakan *load cell* dengan kapasitas 5 ton dan dapat langsung dibaca besarnya beban yang terjadi. Digunakan alat *LVDT* untuk mengetahui besarnya penurunan yang terjadi.

Dongkrak hidrolik dihubungkan ke piston yang terhubung dengan batang portal (*frame*) yang terbuat dari baja profil. Secara manual dongkrak hidrolik dipompa perlahan untuk memberikan tekanan pada piston yang kemudian tekanan dari piston disalurkan melalui *load cell* agar terbaca beban yang diberikan. Kemudian *load cell* dihubungkan ke piston bantuan yang akan menekan ke pelat pondasi. Pelat baja tersebut berfungsi untuk mendistribusikan beban terpusat dari piston dongkrak hidrolik menjadi beban pelat yang akan menghasilkan nilai tegangan tanah. Letak piston bantuan diatur sedemikian rupa sehingga terpasang pada pusat pelat baja dan pelat baja terpasang tepat simetris di atas permukaan benda uji. Skema uji pembebanan disajikan pada Gambar 3.2.



Keterangan :

- | | | |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1. Portal baja | 5. Lvdt | 9. Tanah dasar/asli |
| 2. Piston hidrolik | 6. Pelat silinder | 10. Box ukuran 30x30x30 cm |
| 3. <i>Load cell</i> | 7. Pelat baja (5x5x2) cm | 11. Alat pembaca <i>load cell</i> |
| 4. Piston besi | 8. Kolom stabilisasi DSM | 12. Alat pembaca lvdt |

Gambar 3.2 Skema Uji Pembebanan Sampel

Pengujian pembebanan yang pertama dilakukan terhadap benda uji tanah asli yang belum distabilisasi menggunakan kapur. Hal ini dilakukan untuk mengetahui daya dukung mula-mula dari tanah asli yang nantinya akan dibandingkan dengan tanah yang telah distabilisasi dengan metode DSM. Pengujian pembebanan selanjutnya diterapkan terhadap 9 sampel dengan variasi jarak dan panjang yang telah ditentukan sebelumnya. Dari pengujian ini, diharapkan perilaku daya dukung tanah dari seluruh benda uji dapat dianalisa sehingga diperoleh jarak dan panjang kolom stabilisasi kapur serta daya dukung paling optimum.

Langkah-langkah pengujian pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan model benda uji.
2. Melakukan pengukuran terhadap titik tengah permukaan tanah dengan bantuan penggaris dan tali.
3. Melakukan perataan permukaan tanah untuk peletakan pelat pondasi dengan bantuan *waterpass* sebagai pengontrol kerataan permukaan tanah.
4. Meletakkan pelat baja ukuran 5 x 5 x 2cm pada titik tengah permukaan model tanah.
5. Menyiapkan dan memasang satu set alat uji pembebanan seperti pada Gambar 3.2.
6. Melakukan uji pembebanan dengan memompa dongkrak hidrolik perlahan.
7. Pembebanan dilakukan dengan menetapkan keseragaman penurunan 50 digit pada pembacaan LVDT. Pembebanan dihentikan ketika pembacaan beban pada *load cell* menunjukkan tiga kali angka yang sama berturut-turut pada penurunan yang terus berlanjut.
8. Mencatat beban dan penurunan yang terjadi (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Pembacaan Beban dan Penurunan Uji Beban (*Load Test*)

Pembacaan LVDT	Penurunan (s) mm	Beban (P) kg	Luas Pelat (A) m ²	Daya Dukung (q) kg/m ²
A	$S = A \times 0,005$	P	A	$Q = P/A$
0			0,0025	
50			0,0025	
100			0,0025	
150			0,0025	
200			0,0025	
250			0,0025	
300			0,0025	
350			0,0025	
400			0,0025	
450			0,0025	
500			0,0025	
550			0,0025	
600			0,0025	
650			0,0025	
700			0,0025	
750			0,0025	
800			0,0025	

3.7 Metode Analisis Data

Data yang telah dicatat dari hasil pembacaan uji pembebanan, kemudian diolah dengan persamaan yang telah dibuat dengan bantuan *Software Microsoft Excel*.

Perhitungan daya dukung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$qu = Pu/A \quad (3-1)$$

dimana, qu : daya dukung (kg/cm²)

Pu : Beban *ultimit* yang diterima (kg)

A : luas bidang yang menerima gaya (A=25 cm²)

Data tersebut akan diolah untuk memperoleh besarnya daya dukung beserta penurunan yang terjadi yang kemudian akan dibuat grafik daya dukung untuk tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan 10% kapur menggunakan metode *Deep Soil Mixing* (DSM) yang dibandingkan dengan daya dukung tanah asli.

Pengolahan data selanjutnya adalah menganalisis perbandingan daya dukung tanah asli dengan tanah yang sudah distabilisasi dengan analisis BCI (*Bearing Capacity Improvement*). Perhitungan BCI dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$BCI = qu / q \quad (3-2)$$

Dengan :

BCI : rasio daya dukung tanah yang distabilisasi terhadap daya dukung tanah tanpa stabilisasi

qu : daya dukung tanah yang distabilisasi (kg/cm^2)

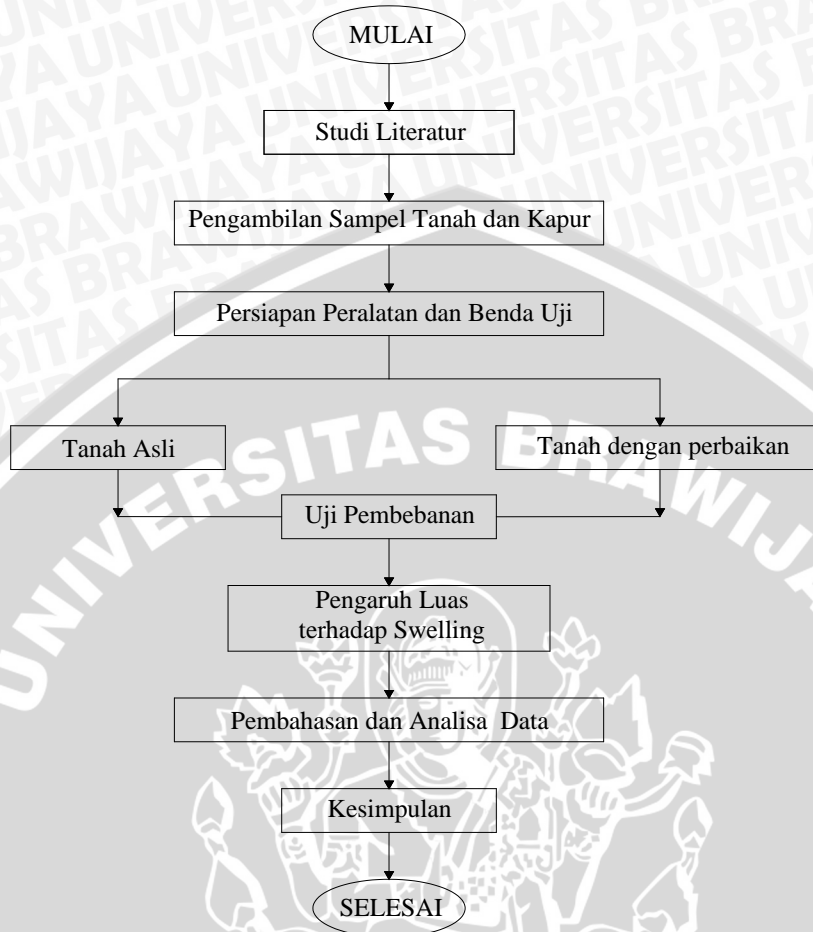
q : daya dukung tanah tanpa stabilisasi (kg/cm^2)

Dari perhitungan BCI maka akan diketahui persentase peningkatan daya dukung yang terjadi pada tanah tanpa stabilisasi terhadap tanah dengan stabilisasi seperti yang disajikan pada Tabel 3.3. Dari perhitungan ini pula dapat diketahui pengaruh variasi yang memberikan perubahan nilai daya dukung secara signifikan terhadap tanah asli.

Tabel 3.3 Persentase Peningkatan Daya Dukung

Jenis Sampel	Jarak Kolom(L)	Panjang Kolom (Df)	P_u	qu	Penurunan	BCI
	cm	cm	kg	kg/cm^2	mm	%
TanahAsli	-	-				
	1D	2B				
		3B				
4B						
TanahAsli+ KolomDSM10 % Kapur	1,25D	2B				
		3B				
		4B				
	1,5D	2B				
		3B				
		4B				

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian