

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu : Desember 2013

Tempat : Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi serta Laboratorium Mekanika Tanah dan Geoteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah model lereng yang dibentuk dari timbunan tanah pasir. Tanah tersebut termasuk jenis tanah pasir dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) berdasarkan Sistem *Unified* (U.S.C.S.).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Peralatan untuk analisis saringan
 - Ayakan saringan No.4,10, 20, 40, 60, 100 dan 200
 - Timbangan digital
- b. Peralatan untuk analisis *specific gravity* tanah
 - Labu ukur
 - Kompor listrik
 - Timbangan digital
 - Termometer
- c. Peralatan uji geser langsung
 - Alat uji geser langsung
 - Ring untuk pengambilan sampel
 - Timbangan digital
- d. Peralatan uji elastisitas bahan
 - *Load cell* digital
 - *Dial gauge*



- e. Pemeriksaan kepadatan dan pemeriksaan kadar air
- *Density ring*
 - Timbangan digital
 - Cawan
- f. Peralatan pemadatan
- Silinder beton
- g. Peralatan uji pembebanan
- Dongkrak hidrolik
 - Balok pembeban
 - *Load cell*
 - *Dial LVDT*
 - *LVDT Digital*



(a) Timbangan Digital

(b) Ayakan

Gambar 3.1 Peralatan untuk analisa saringan



(a) Labu Ukur

Gambar 3.2 Peralatan untuk analisis berat spesifik tanah



(a) Direct Shear



(b) Ring Pengambilan Sampel

Gambar 3.3 Peralatan untuk uji geser langsung



(a) Density Ring



(b) Cawan

Gambar 3.4 Peralatan untuk pemeriksaan kepadatan dan kadar air



Gambar 3.5 Alat untuk pemadatan berupa silinder beton



(a) Dial LVDT



(b) Load Cell



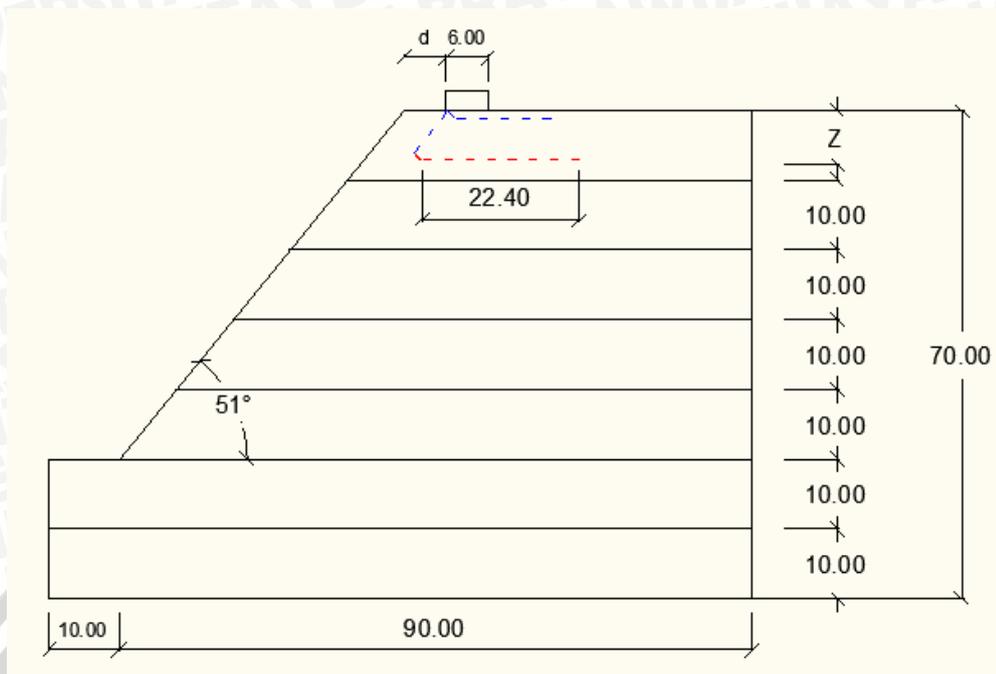
(c) LVDT Digital

Gambar 3.6 Peralatan untuk uji pembebanan

3.3 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi jarak tebal lipatan geotekstil dan 3 variasi jarak/spasi dari tepi lereng ke pondasi yang diletakkan di permukaan lereng dengan kepadatan 74%.

Pengulangan dilakukan dengan perlakuan yang sama apabila hasil dari pengujian benda uji terdapat penyimpangan. Adapun model pemadatan pada lereng dengan variasi jarak pondasi dari tepi lereng serta variasi tebal lipatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Model Pemadatan pada Lereng Percobaan

Keterangan :

Jarak pondasi dari tepi lereng (d) = 6 cm, 9 cm, 12 cm

Tebal Lipatan Geotekstil (Z) = 7,7 cm, 9,1 cm, 10,5 cm

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Pengujian Dasar

Dalam penelitian ini dilakukan uji pemeriksaan dasar pada tanah, yaitu antara lain:

- Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan berat jenis butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- Kepadatan standart (Compaction) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (Direct Shear) menurut ASTM D-3080-

72

3.4.2 Persiapan Benda Uji

Tanah yang akan digunakan sebagai model lereng diayak terlebih dahulu dengan saringan No.4 dan yang lolos saringan tersebut digunakan sebagai tanah bentukan lereng. Tanah tersebut kemudian dimasukkan ke dalam boks uji dengan

volume $100 \times 100 \times 70 \text{ cm} = 700000 \text{ cm}^3 = 24,7 \text{ ft}^3$ yang dibagi dalam beberapa lapisan seperti gambar 3.17.

Pemadatan dilakukan dengan menggunakan silinder beton dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm dan berat 11,26 kg yang digelindingkan di atas lapisan pasir tersebut. Pemadatan memakai metode pemadatan yang dilakukan dengan menggunakan kontrol volume dimana dapat dihasilkan berat pasir di setiap lapisan pada boks. Lalu silinder beton digelindingkan hingga mencapai ketebalan yang diinginkan

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *box*, terbuat dari *fiberglass* dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,0 m dan tinggi *box* 1,00 m. Dasar *box* menggunakan pelat baja tebal 1,2 cm. *Box* dibuat cukup kaku dengan harapan agar dapat mempertahankan kondisi regangan bidang dengan memberikan perkuatan di sekeliling bagian tengah ke empat sisi *fiberglass* dengan menggunakan pelat siku baja 40.40.4. Penggunaan *fiberglass* diharapkan dapat digunakan supaya dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan

3.4.3 Model Test

Pemodelan fisik lereng tanah pasir yang dibuat di laboratorium dirancang menyerupai kondisi yang terdapat di lapangan. Pemodelan ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengamatan dan mengurangi volume bahan, sehingga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan dan menghemat lahan penelitian.

Langkah-langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanah pasir tanpa perkuatan yaitu:

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan perlapisan ke dalam *box* kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang dijelaskan sebelumnya menggunakan alat pemadat silinder beton.
3. Setiap lapisan harus dilakukan pengecekan dengan menggunakan *density ring* agar kepadatan dan kadar air yang ada pada pasir tetap terjaga dan sesuai dengan DR yang diinginkan.
4. Lalu membuat kemiringan lereng sesuai dengan sudut yang akan diuji yaitu 51^0
5. Pemasangan pondasi dengan dimensi $6 \times 4 \times 98 \text{ cm}$. pondasi dipasang dengan jarak 9 cm dari ujung lereng.
6. Pemberian beban dilakukan pada bagian puncak lereng sepanjang lebar lereng.

7. Pemberian beban diatas pondasi dilakukan secara bertahap
8. Pembacaan alat-alat uji pembebanan terhadap *model test*
9. Pengamatan dilakukan sampai *model test* sudah tidak dapat dibebani lagi

Langkah-langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng dengan perkuatan geotekstil sebagai berikut:

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan berlapis ke dalam *box* kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang dijelaskan sebelumnya menggunakan alat pemadat silinder beton.
3. Setiap lapisan harus dilakukan pengecekan dengan menggunakan *density ring* agar kepadatan dan kadar air yang ada pada pasir tetap terjaga dan sesuai dengan DR yang diinginkan.
4. Perkuatan geotekstil dipasang sesuai dengan letak yang telah dijelaskan pada gambar sebelumnya.
5. Lalu usai pemasangan geotekstil, dilakukan pemadatan dengan cara menggilingkan silinder beton. Setiap lapisan perlu dilakukan pengecekan kepadatan dan kadar airnya dengan menggunakan *density test*.
6. Kemiringan lereng dibuat sesuai dengan sudut yang akan diuji yaitu 51° .
7. Pemasangan pondasi dengan dimensi 6 x 4 x 98 cm. pondasi dipasang dengan jarak 9 cm dari ujung lereng.
8. Pemberian beban dilakukan pada bagian puncak lereng sepanjang lebar lereng.
9. Pemberian beban diatas pondasi dilakukan secara bertahap
10. Pembacaan alat-alat uji pembebanan terhadap *model test*
11. Pengamatan dilakukan sampai *model test* sudah tidak dapat dibebani lagi

Pemodelan fisik lereng tanah pasir dilakukan dengan menggunakan pondasi menerus dengan lebar pondasi (B) sebesar 6 cm dan panjang geotekstinya yaitu 22,4 cm . Pemodelan ini dilakukan dengan 3 variasi jarak pondasi dari tepi lereng (Z) sebesar 6 cm, 9 cm, 12 cm serta jarak antar geotekstil 7.7, 9.1, 10.5.

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *box*, terbuat dari *fiber glass* dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,0 m dan tinggi box 1,00 m. Dasar *box* menggunakan pelat baja tebal 1,2 cm. *Box* dibuat cukup kaku dengan

harapan agar dapat mempertahankan kondisi regangan bidang dengan memberikan perkuatan di sekeliling bagian tengah ke empat sisi fiberglass dengan menggunakan pelat siku baja 40.40.4. Penggunaan fiberglass diharapkan dapat digunakan supaya dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan. Gambar box terlihat seperti pada Gambar 3.8 berikut ini:



Gambar 3.8 Model *Box* Penelitian

3.4.4 Pengujian Pembebanan

Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi, dalam pembebanan digunakan *load cell*. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan balok kayu yang dilapisi baja pada seluruh permukaannya.

Baja profil yang dipasang di bagian bawah balok kayu berfungsi untuk meratakan beban yang dihasilkan pompa hidrolik ke tanah. Balok kayu yang digunakan memiliki dimensi sebesar 6 x 4 x 98 cm. Beban yang diberikan diusahakan dapat berupa beban merata pada permukaan atas model lereng, dengan ukuran luasan beban 6 x 98 cm.

3.5 Metode Pengambilan Data

Setelah tahapan pembuatan pemodelan lereng selesai dikerjakan, selanjutnya dilakukan pengambilan data dengan jumlah lapisan geotekstil, serta

panjang lapisan geotekstil yang bervariasi. Pengambilan data pada penelitian ini minimal dikerjakan oleh dua orang. Adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut.

1. Pembuatan lereng sesuai dengan data pemodelan dengan pemadatan dan kadar air yang sudah ditetapkan.
2. Pemasangan *hydraulic jack* dan *load cell*.
3. Pemasangan *dial LVDT* dan alat pembacaan beban
4. Pengujian dengan menambahkan beban berkala dengan ketelitian 0,5 kg pada pembacaan *load cell digital*.
5. Pengecekan arah pergerakan lereng dan pondasi

Untuk penelitian ini variasi jarak antara tepi lereng ke tepi pondasi serta jarak antar geotekstil yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variasi perlakuan pondasi

Kepadatan 74% (B Pondasi=6 cm, Lx = 22,4 cm, n = 1)	Panjang lapisan geotekstil		
	D=B	D=1,5 B	D= 2 B
Z = 0,15 H	✓	✓	✓
Z = 0,18 H	✓	✓	✓
Z = 0,21 H	✓	✓	✓

Berdasarkan hasil pengujian pembebanan, diperoleh data beban dan penurunan untuk lereng tanpa perkuatan serta beban dan penurunan untuk lereng dengan perkuatan geotekstil yang divariasikan panjang dan jumlah lapisannya. Daya dukung dihitung dengan rumus berikut:

$$q_u = \frac{P_u}{A} \quad (3-1)$$

Dengan:

P_u : beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A: luasan pondasi

Selain itu, untuk mengetahui pengaruh penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng dalam meningkatkan daya dukung dilakukan analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)*. Nilai *BCI* diperoleh dengan rumus:

$$BCI = \frac{qu \text{ lereng dengan perkuatan}}{qu \text{ lereng tanpa perkuatan}} \quad (3-2)$$

Hasil analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)* kemudian disajikan dalam tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Contoh tabel perhitungan data *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi tebal lipatan

No.	Jarak Pondasi dari Tepi Lereng (d)	Tebal Lipatan (Z)	qu lereng tanpa perkuatan (kg/cm ²)	qu lereng dengan perkuatan (kg/cm ²)	BCI
1	6 cm	0,15 H			
2		0,18 H			
3		0,21 H			
4	9 cm	0,15 H			
5		0,18 H			
6		0,21 H			
7	12 cm	0,15 H			
8		0,18 H			
9		0,21 H			

Tabel 3.3 Contoh tabel perhitungan data *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi jarak pondasi

No.	Tebal Lipatan (Z)	Jarak Pondasi	qu lereng tanpa perkuatan (kg/cm ²)	qu lereng dengan perkuatan (kg/cm ²)	BCI
1	0,15 H	6 cm			
2		9 cm			
3		12 cm			
4	0,18 H	6 cm			
5		9 cm			
6		12 cm			
7	0,21 H	6 cm			
8		9 cm			
9		12 cm			

Data-data pada tabel di atas kemudian disajikan dalam grafik BCI.

Dalam penelitian ini, ada beberapa faktor dalam pembuatan benda uji yang sangat menentukan keberhasilan penelitian ini sehingga sangat perlu diperhatikan. Faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Pemadatan

Tanah yang dipakai merupakan tanah dengan jenis pasir, maka cara mekanis pemadatan yang dipakai adalah dengan cara gilingan yaitu menggunakan silinder beton. Jenis pemadatan seperti ini lebih memungkinkan pemadatan yang lebih merata pada setiap lapisan. Pemadatan dengan menggunakan silinder yaitu dengan cara menggelingkan silinder diatas lapisan yang telah diberikan perkuatan geotekstil. Silinder yang digunakan dari bahan beton dengan ukuran diameter 15 cm, berat 11,26 kg dan tinggi 30 cm. Alasan dipakainya silinder beton sebagai alat pemadat karena jika dibandingkan dengan kenyataan asli di lapangan, usai pemasangan perkuatan geotekstil akan ditumbuk dengan menggunakan silinder mesin pemadat. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan silinder beton sebagai alat pemadat.

2. Ketinggian Lereng

Selain sudut kemiringan lereng stabilitas lereng juga dipengaruhi oleh dimensi tinggi lereng. Agar tidak terjadi keruntuhan lereng sebelum model tersebut diuji maka untuk mengimbangi kemiringan lereng yang cukup curam, ditetapkan tinggi model lereng 50 cm. Setelah ditambah susunan pembebanan, maka ketinggian tersebut sudah menempatkan ujung atas susunan beban pada reaction beam.

3. Sudut kemiringan lereng

Berdasarkan percobaan yang pernah dilakukan, lereng yang dibentuk pada sudut kemiringan lereng di atas 51° rawan mengalami keruntuhan sebelum terbebani. Dengan demikian, pada penelitian kali ini sudut kemiringan yang digunakan ditetapkan sebesar 51° . Penggunaan sudut lereng yang merupakan batas curam juga mempermudah memperoleh data hasil keruntuhan setelah dibebani. Tebing yang rawan longsor dan mempunyai sudut kemiringan lebih besar dari sudut geser dalam dari tanahnya dapat dilandaikan dengan sudut lereng yang cukup aman.

Berdasarkan pernyataan tersebut, ditetapkan sudut kemiringan 51° , yaitu merupakan lereng sangat curam.

3.6 Variabel Penelitian

Dalam hubungan antara dua variabel, misalnya antara variabel X dan Y. Jika variabel X disebabkan oleh variabel Y, maka variabel X merupakan variabel *dependent* (konsekuensi) dan variabel Y adalah variabel *antecedent* (bebas)

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Variabel *antecedent* (bebas) dalam penelitian ini antara lain.

- ✓ Panjang geotekstil 22,4 cm
- ✓ Lebar pondasi 6 cm
- ✓ Pondasi terletak di atas permukaan lereng
- ✓ Jarak dari tepi lereng ke tepi pondasi (6 cm, 9 cm, 12 cm)
- ✓ Jarak antar lapis geotekstil (7,7 cm, 9,1 cm, 10,5 cm)
- ✓ Jumlah lapisan geotekstil teranyam 1 lapisan
- ✓ Sudut kemiringan lereng 51°
- ✓ Jenis tanah pasir dengan kepadatan 74%

b. Variabel *dependent* (konsekuensi) dalam penelitian ini antara lain.

- ✓ Pola keruntuhan yang terjadi
- ✓ Beban maksimum yang mampu ditahan oleh lereng
- ✓ Faktor keamanan setelah terjadi kelongsoran

3.7 Hipotesis Pengujian Terhadap Peningkatan Daya Dukung Pasir Kepadatan 74 % pada Lereng

Hipotesis yang dapat diambil dari rumusan masalah yaitu perkuatan geotekstil terhadap daya dukung dan penurunan pondasi pada lereng jika dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan dengan lereng perkuatan geotekstil memiliki pengaruh yang besar terhadap daya dukung dan penurunannya.

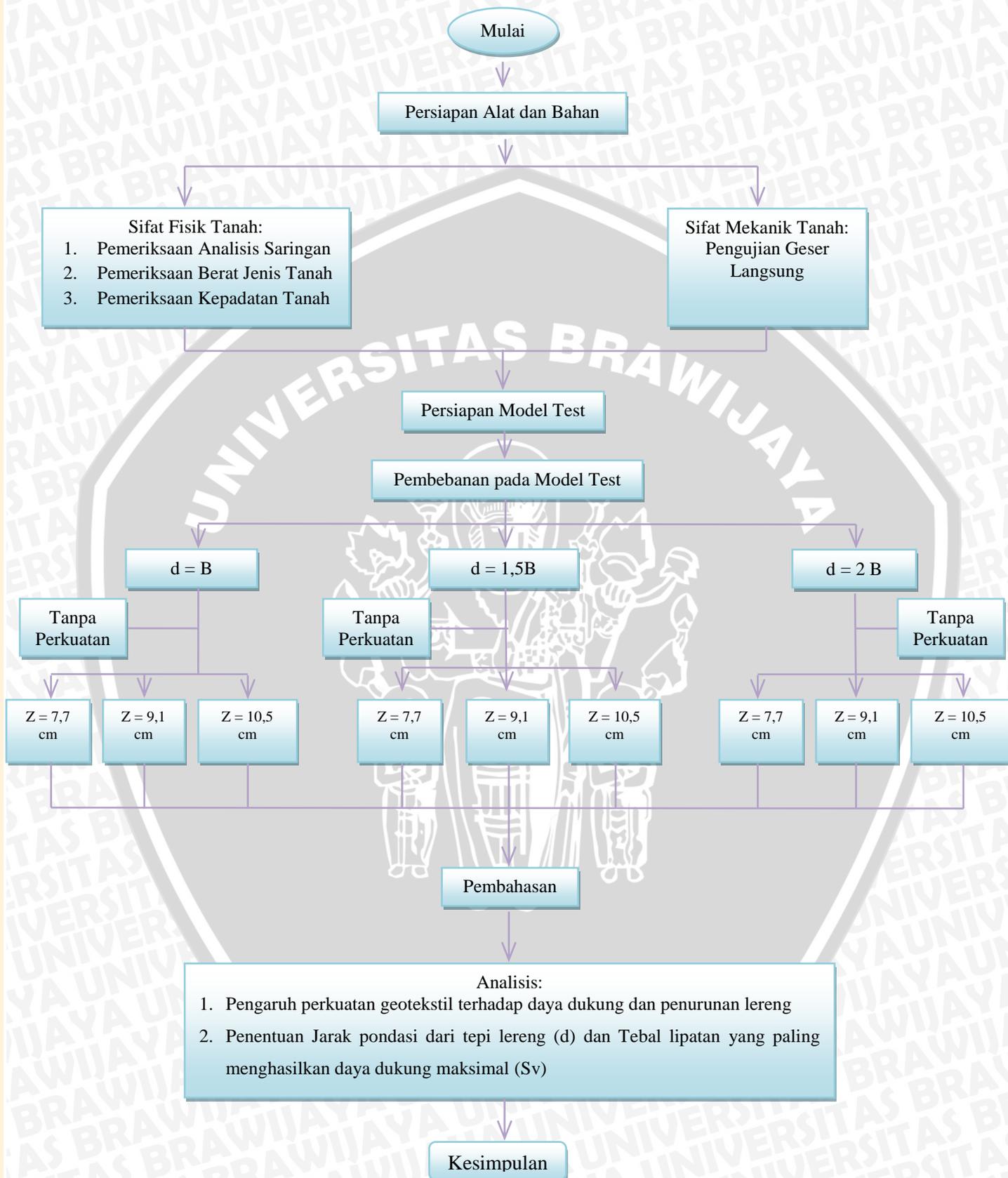
Selain itu, penggunaan variasi jumlah lapisan geotekstil dan panjang geotekstil terhadap daya dukung pondasi juga memiliki pengaruh yang besar karena jika jumlah lapisan semakin banyak dengan syarat tidak melebihi dari potensi pola keruntuhan pada lereng maka daya dukung akan semakin kuat sedangkan pengaruh

panjang geotekstil juga sangat berpengaruh. Hal ini juga dapat dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan Yun Hu, Ga Zhang*, Jian-Min Zhang, C.F. Lee (2009).

Jumlah lapisan dan panjang perkuatan yang maksimal untuk mengetahui daya dukung pondasi pada lereng dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada pola keruntuhan lereng terlebih dahulu serta menentukan jarak vertical antar perkuatan (sv) sehingga dapat dilihat jumlah maksimal yang bisa digunakan. Sedangkan panjang perkuatan, semakin panjang perkuatan maka akan semakin meningkatkan nilai daya dukungnya dengan syarat tidak melebihi titik pola keruntuhan lereng.



3.8 Diagram Alir Tahapan Penelitian



Keterangan :

- d = Jarak pondasi dari tepi lereng
- Z = Tebal Lipatan Geotekstil
- B = Lebar Pondasi (6 cm)

