

BAB IV

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu penelitian yang dilakukan langsung di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan awal sebagai rangkaian pelaksanaan penelitian. Pekerjaan persiapan awal meliputi pembuatan proposal, koordinasi untuk pengambilan benda uji di lapangan dan persiapan pekerjaan laboratorium.

4.2 Pekerjaan Lapangan

Pengambilan sampel tanah di lapangan dilakukan untuk tanah tidak terganggu (*undisturb*) dan tanah terganggu (*disturb*).

4.2.1 Tanah tidak terganggu

Sampel tanah yang diambil digunakan untuk pengujian kadar air tanah asli. Sampel tanah yang diambil tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanis dari tanah tersebut. Pengujian sampel tanah asli ini menggunakan kotak berukuran 40 cm x 40 cm dan tingginya 40 cm. Adapun prosedur pengambilan tanah tidak terganggu adalah sebagai berikut :

1. Menentukan lokasi tanah yang akan diambil
2. Pada lokasi yang telah ditentukan, tanah digali dengan kedalaman galian satu setengah meter.

3. Kemudian dengan kotak yang berukuran 40 cm x 40 cm dengan tingginya 40 cm, ditempatkan dilokasi tanah yang sudah digali.
4. Kotak ditekan kedalam tanah sampai alas kotak rata dengan permukaan tanah
5. Sisi-sisi luar kotak digali untuk memudahkan pengambilan kotak yang telah terisi tanah, kemudian ratakan permukaannya.
6. Kotak yang sudah berisi tanah, lalu dilapisi dengan lilin agar kadar airnya tidak berkurang kemudian kotak tutup dengan rapat.

4.2.2 Tanah terganggu (*disturb*)

Sampel tanah yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Pengambilan sampel tanah tidak asli cukup dimasukkan kedalam plastik atau pembungkus lainnya.

4.3 Pengujian Laboratorium

4.3.1 Pengujian Sifat Fisik

1. Pengujian Analisis Hidrometer

Maksud pengujian adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan No. 10. Pengujian dilakukan dengan analisis sedimen menggunakan hidrometer.

a. Alat yang digunakan

1. Hidrometer
2. Timbangan
3. Tabung silinder dengan kapasitas 1000 cc
4. Termometer
5. Gelas ukur
6. Stopwatch
7. Bahan reagen



8. Oven

b. Prosedur pengujian

1. Membuat larutan standar yaitu dengan menggunakan *reagen* sebanyak 2 gram, kemudian larutkan dalam 300 cc air destilasi pada gelas ukur.
2. Ambil bongkahan tanah kering oven dengan berat 60 gr, kemudian dilarutkan bersama larutan standar tadi \pm 30 menit, kemudian diaduk dengan *mixer* \pm 10 menit sehingga menjadi suspensi.
3. Kemudian suspensi dimasukkan kedalam tabung dengan kapasitas 1000 cc dan dikocok sebanyak 60 kali.
4. Hidrometer dimasukkan kedalam suspensi, dan mulai dilakukan pembacaan.

2. Pengujian Analisis Saringan

Maksud pengujian adalah untuk menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no. 200.

a. Alat yang digunakan

1. Satu set saringan no. 10, 20, 40, 60, 140, 200 serta pan saringan.
2. Kuas
3. Timbangan
4. Oven

b. Prosedur pengujian

1. Dari pengujian analisis hidrometer, didapatkan butiran yang tertahan pada saringan no. 200 kemudian dikeringkan.
2. Kemudian disaring dengan satu set saringan yang telah tersusun, lalu timbang masing-masing butir tanah yang tertahan pada tiap saringan.

4.3.2 Pengujian Sifat Mekanik

1. Pengujian Kadar Air

Pengujian bertujuan untuk menentukan kadar air sampel tanah. Kadar air tanah nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut.

a. Alat yang digunakan

1. Container
2. Timbangan
3. Oven
4. Desikator

b. Prosedur pengujian

1. Bersihkan container, kemudian ditimbang beserta tutupnya dan beratnya dicatat.
2. Masukkan sampel tanah yang akan diujikan kedalam container, kemudian ditimbang bersama tutupnya.
3. Dalam keadaan terbuka dimasukkan kedalam oven dengan suhu antara 105°C – 110°C selama 16 sampai 24 jam.
4. Setelah dioven, tanah didinginkan dalam desikator kemudian setelah dingin ditimbang.

2. Pengujian Berat volume

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah, berat volume tanah adalah nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total.

a. Alat yang digunakan

1. Timbangan
2. Ring berat volume dari baja

3. Kalifer
4. Pisau perata

b. Prosedur pengujian

1. Ring dibersihkan kemudian ditimbang beratnya.
2. Ukur diameter dalam (d) dan tinggi (t) kemudian dihitung volumenya.
3. Oleskan oli pada sisi ring bagian dalam, kemudian ring dimasukkan kedalam sampel tanah dengan cara menekan.
4. Ratakan permukaan tanah diratakan, serta bersihkan sisi luarnya kemudian ditimbang.

3. Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah, berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada suhu 27.5°C .

a. Alat yang digunakan

1. Piknometer
2. Timbangan
3. Air destilasi bebas udara
4. Oven
5. Termometer
6. Cawan porselin
7. Saringan no. 10
8. Kompor

b. Prosedur pengujian

1. Piknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang dengan tutupnya.
2. Kemudian sampel tanah yang sudah lolos saringan no. 10 dimasukkan kedalam piknometer sebanyak seperempatnya dari piknometer, lalu dibersihkan bagian luarnya dan ditimbang beratnya.
3. Masukkan air destilasi ke dalam piknometer sampai dua pertiga dari isinya kemudian didiamkan sampai 30 menit.
4. Keluarkan udara yang terperangkap diantara butir-butir tanah dengan cara piknometer direbus selama 10 menit, sekali-kali piknometer digoyang-goyang untuk membantu keluarnya gelembung udara.
5. Setelah diangkat, dalam keadaan dingin piknometer ditambah air destilasi hingga penuh dan sisi-sisi luarnya dikeringkan lalu ditimbang.
6. Ukur suhu air dalam piknometer dengan termometer.
7. Buang seluruh isi piknometer hingga bersih, kemudian diisi air destilasi sampai penuh dan ditimbang.

4. Pengujian Batas Cair

Maksud pengujian adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis, batas cair untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no. 40.

a. Alat yang digunakan

1. *Cassagrande*
2. *Grooving tool*
3. Mortar (cawan porselin)
4. Saringan no. 40
5. Air destilasi
6. Satu set alat pengujian kadar air

b. Prosedur pengujian

1. Sampel tanah yang sudah disaring dengan no. 40 dimasukkan kedalam mangkuk porselin, lalu ditambah air sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata dari kering ke encer.
2. Masukkan adukan tanah tadi kedalam mangkuk *Cassagrande*, gunakan *spatel* untuk meratakan tanah sehingga rata dengan permukaan mangkuk *Cassagrande*.
3. Dengan alat pembarut buatlah alur lurus pada garis tengah mangkuk searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terbelah dua secara simetris.
4. Lakukan gerakan putar alat, sehingga mangkuk terangkat dan jatuh pada alasnya dengan kecepatan dua putaran/detik. Putaran dihentikan apabila kedua bagian tanah sudah terlihat berhimpit, catat jumlah ketukannya (interval ketukan antara 10 sampai 45 ketukan).
5. Sampel tanah diambil sedikit dalam mangkok *Cassagrande* kemudian diuji kadar airnya.
6. Ambil lagi sisa tanah yang masih ada dalam mangkuk dan kembalikan ke dalam mangkuk porselin. Cuci mangkuk *Cassagrande* dan keringkan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pengujian berikutnya.
7. Ulangi semua pekerjaan diatas, sehingga diperoleh empat sampai lima data hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan.

5. Pengujian Batas Plastis

Pengujian ini untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis.

a. Alat yang digunakan

1. Pelat kaca
2. *Spatula*
3. *Wash bottle*

4. Cawan porselin
5. Seperangkat alat pengujian kadar air

b. Prosedur pengujian

1. Sampel tanah diambil sebanyak 15 sampai 20 gram, pengambilan setelah pengujian batas cair.
2. Buatlah bola tanah dengan diameter sekitar 1 cm.
3. Giling-giling tanah diatas pelat kaca dengan telapak tangan berkecepatan 1.5 detik setiap gerakan maju mundur.
4. Setelah tercapai 3 mm dan tanah mulai kelihatan retak, sampel tanah tersebut menunjukkan dalam keadaan kondisi batas plastis.
5. Masukkan gilingan tanah tersebut ke dalam container, kemudian dilakukan pengujian kadar airnya.

6. Pengujian Proktor Standar

Pengujian proktor standar bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan cetakan, sampel tanah lolos saringan no. 4. Kegunaan pengujian proktor standar untuk mencari nilai kepadatan maksimum (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*) dari suatu sampel tanah.

a. Alat yang digunakan

1. Cetakan silinder dengan leher selubung
2. Alat penumbuk dari logam dengan permukaan rata
3. Alat pengeluar benda uji (*ekstruder*)
4. Timbangan
5. Saringan no. 4
6. Pisau perata

7. Seperangkat alat untuk pengujian kadar air
8. Air destilasi

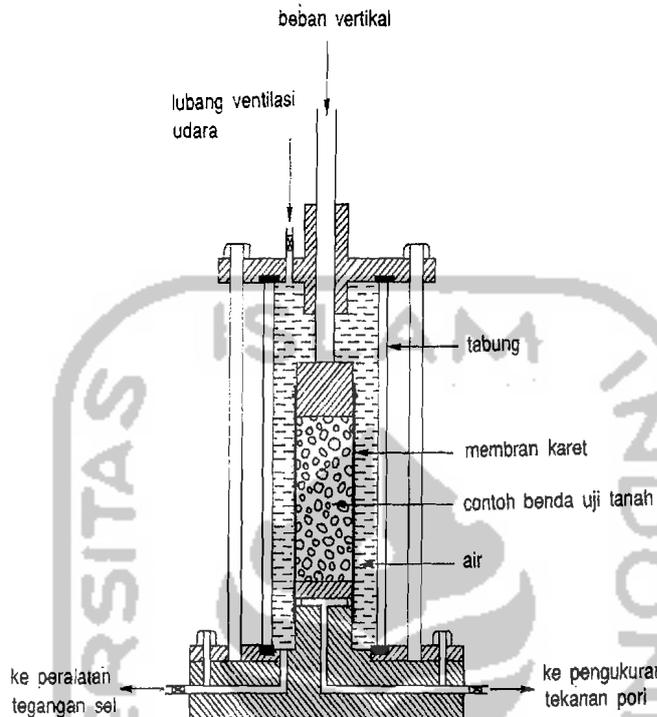
b. Prosedur pengujian

1. Sampel tanah yang lolos saringan no. 4 diambil sebanyak 15 kg kemudian dibagi menjadi 5 bagian dengan berat masing-masing 3 kg
2. Tiap bagian tanah dicampur air dengan variasi campuran 100 cc, 200 cc, 300 cc, 400 cc, dan 500 cc
3. Masing-masing dimasukkan kedalam cetakan silinder yang terdiri dari tiga lapis, kemudian ditumbuk 25 kali untuk setiap lapisan
4. Benda uji dikeluarkan dari dari mold untuk kemudian ditimbang
5. Diambil sedikit sampel tanah untuk dicari kadar airnya.

7. Pengujian Triaksial tipe UU (*Unconsolidated Undrained*)

Pengujian triaksial adalah pengujian sampel tanah dengan tiga dimensi tekanan. Pada pengujian ini disamping dapat diketahui tegangan geser (τ) juga diperoleh tegangan normal (σ), kegunaan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) dari suatu sampel tanah.

Pada pengujian ini tidak dibolehkan mengalirnya air ke benda uji selama memberikan tekanan sel (σ_3) dan diujikan sampai benda uji tersebut mengalami keruntuhan. Pada umumnya pengujian ini kita lakukan dengan sampel tanah lempung, dan uji ini menyajikan konsep kekuatan geser tanah yang sangat penting untuk tanah berkohesi yang jenuh air. Tambahan tegangan aksial pada saat tanah mencapai keruntuhan akan selalu sama besarnya, berapapun harga tegangan sel yang ada. Diagram skematik dari peralatan pengujian Triaksial dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram skematik dari peralatan pengujian Triaksial

Sumber : Hardiyatmo, H.C, 1955, *Mekanika Tanah 1*, Hal 175

Pengukuran kekuatan geser dilaksanakan dengan memberikan tekanan vertikal, tekanan vertikal menggunakan dongkrak yang dijalankan oleh mesin dengan kecepatan tertentu. Selama pengukuran tekanan vertikal, pembacaan *proving ring* dapat dilakukan pada nilai-nilai tegangan tertentu. Pembebanan arah vertikal dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Dengan memberikan beban mati yang berangsur-angsur ditambahkan sampai benda uji runtuh (deformasi arah aksial akibat pembebanan ini diukur dengan sebuah arloji)

2. Dengan memberikan deformasi arah aksial (vertikal) dengan kecepatan deformasi yang tetap dengan bantuan gigi-gigi mesin atau pembebanan hidrolis. Cara ini disebut juga sebagai uji regangan terkendali.

Tiga cara yang dilaksanakan pada pengujian triaksial, antara lain :

- ❖ Pengujian dengan cara terkonsolidasi – tanpa drainasi (*concolidated – undrained*).
Tipe uji triaksial ini yang paling umum digunakan. Pada mulanya sampel tanah yang jenuh air mula-mula dikonsolidasikan dengan tekanan penyekap (*confining pressure*) yang sama dari segala penjuru dalam tabung berisi fluida, kemudian dibebani dengan beban normal melalui penerapan tegangan deviator selama penggeserannya dan tidak diijinkan air keluar dari benda ujinya. Jadi selama pengujian katup drainasi ditutup, karena pada pengujiannya air tidak diijinkan mengalir keluar dan beban normal tidak ditransfer ke butiran tanahnya. Keadaan tanpa drainasi ini menyebabkan adanya tekanan kelebihan tekanan pori dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan dari butiran tanahnya.
- ❖ Pengujian dengan cara terkonsolidasi dengan drainasi (*consolidated – drained*).
Mula-mula tegangan sel tertentu diterapkan pada benda uji dengan katup drainasi terbuka sampai konsolidasi selesai. Kemudian dengan katup drainasi tetap terbuka, tegangan deviator diterapkan dengan kecepatan yang rendah sampai benda uji runtuh. Kecepatan pembebanan yang rendah dimaksudkan agar dapat menjamin tekanan air pori nol selama proses penggeserannya. Pada kondisi ini seluruh tegangan selama proses pengujian ditahan oleh gesekan antar butirannya.
- ❖ Pengujian dengan cara tanpa terkonsolidasi – tanpa drainasi (*unconsolidated – undrained*).
Pada pengujian ini tidak dibolehkan mengalirnya air ke benda uji selama memberikan tekanan sel (σ_3) dan diujikan sampai benda uji tersebut mengalami keruntuhan. Pada umumnya pengujian ini kita lakukan dengan sampel tanah lempung, dan uji ini menyajikan konsep kekuatan geser tanah yang sangat penting untuk tanah berkohesi yang jenuh air. Tambahan tegangan aksial pada saat tanah mencapai keruntuhan akan selalu sama besarnya, berapapun harga tegangan sel

yang ada. Pada pengujian ini menggunakan pengujian Triaksial tipe UU (*Unconsolidate-Undrained*).

a. Alat yang digunakan

1. Alat Triaksial
2. Silinder contoh
3. Penumbuk untuk memadatkan tanah
4. Membran karet
5. Pengatur ketinggian
6. Pengatur hampa udara
7. Timbangan
8. Oven
9. Pencatat waktu

b. Prosedur pengujian

1. Mengukur diameter dan tinggi dari sampel benda uji kemudian ditimbang untuk menghitung volume.
2. Membebaskan udara dari pipa-pipa penghubung pada plat dasar sel Triaksial.
3. Pelat bawah dihubungkan dengan dasar sel.
4. Ambil membran karet dengan ukuran hampir sama dengan ukuran sampel tanah.
5. Masukkan contoh tanah yang sudah diletakkan diatas pelat dasar sel Triaksial kedalam tabung pengencang membran, kemudian diikat dengan karet supaya air tidak masuk kedalam sampel tanah.
6. Pasang tabung sel Triaksial dan keraskan baut pengencangnya.
7. Isi ruang sel dengan air, dengan cara memutar regulator pengatur tekanan sel kemudian buka kran yang menghubungkan tangki air dengan sel Triaksial sehingga air mengalir masuk memenuhi ruang sel Triaksial.
8. Berikan tekanan sel (σ_3) sesuai dengan harga yang diinginkan.

9. Jalankan piston beban dengan pemutar tangan sehingga hampir menyentuh benda uji, baca dan catat arloji beban yang akan mengukur gaya akibat tekanan keatas oleh air sel.
10. Mesin dijalankan dengan kecepatan 0.5 – 1.0 persen/menit, pembacaan dilakukan pada arloji cincin beban dan arloji pemendekan benda uji sampai tanah pecah atau pemendekan mencapai 20%.

4.4 Jumlah Sampel Pengujian

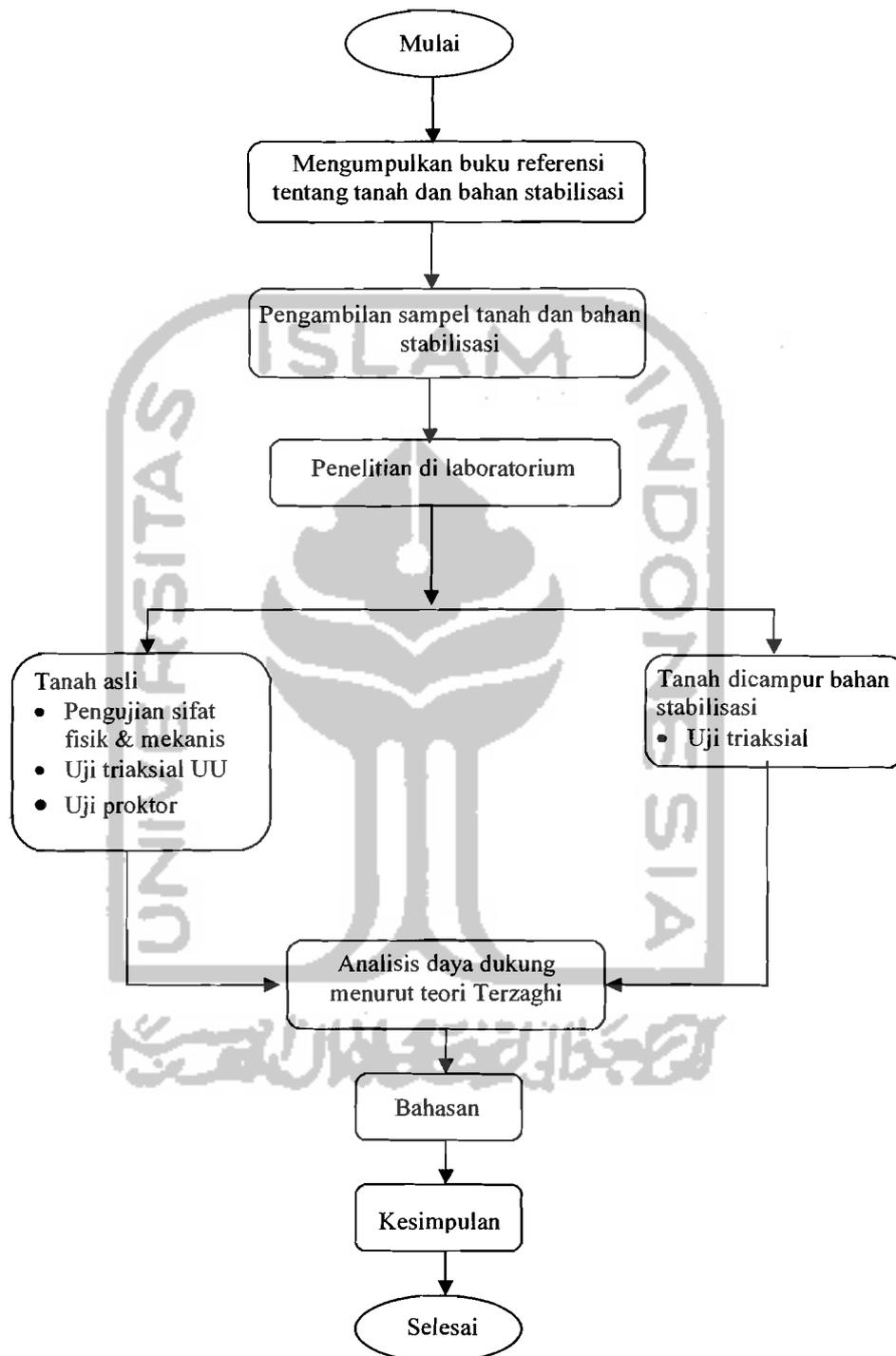
Adapun jumlah sample pengujian yang dilakukan di Laboratorium seperti yang tertera pada Tabel 4.1 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Jumlah sampel pengujian

No.	Jenis Pengujian	jumlah sampel	satuan
1	Analisis Distribusi Butiran	2	buah
2	Pengujian Kadar Air	2	buah
3	Pengujian Berat Volume	2	buah
4	Pengujian Berat Jenis	2	buah
5	Pengujian Batas Cair	2	buah
6	Pengujian Batas Plastis	2	buah
7	Pengujian Proktor	2	buah
8	Pengujian Triaksial Tanah Asli	2	buah
9	Pengujian Triaksial dengan Pemeraman 3 Hari	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 3 % Semen		buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 4 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 5 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 6 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 7 % Semen	2	buah

	• Pengujian Triaksial Tanah + 8 % Semen	2	buah
10	Pengujian Triaksial dengan Pemeraman 7 Hari		buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 3 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 4 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 5 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 6 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 7 % Semen	2	buah
	• Pengujian Triaksial Tanah + 8 % Semen	2	buah





Gambar 4.2 Bagan Alur Penyusunan Tugas Akhir