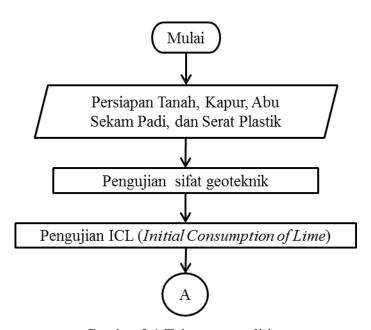
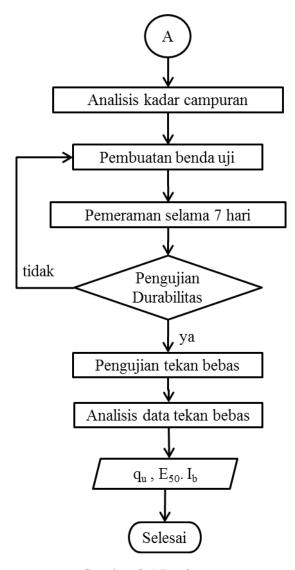
BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Pada penelitian dimulai dari pengujian sifat-sifat geoteknik tanah. Setelah itu, dilanjutkan dengan pengujian *Initial Consumption of Lime* untuk mengetahui kadar kapur optimum. Kemudian data yang didapatkan dari pengujian-pengujian ini dianalisis guna mengetahui berat masing-masing campuran. Setelah berat masing-masing campuran diketahui, benda uji dengan variasi kadar campuran tersebut dicetak pada tabung cetak belah dan diperam selama 7 hari. Seusai pemeraman, benda uji tersebut diuji durabilitasnya dengan cara pemberian siklus pembasahan dan pengeringan. Pengujian durabilitas ini dilanjutkan dengan pengujian tekan bebas pada masing-masing benda uji. Adapun hasil pengujian ini yaitu grafik hubungan tegangan dan regangan, yang mana dianalisis untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas (qu), *secant modulus of elasticity* (E₅₀), dan *brittleness index* (I_b) pada masing-masing variasi siklus pembasahan-pengeringan (*wetting-drying*) dan variasi kadar air. Tahapan dari penelitian ini dijelaskan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan penelitian



Gambar 3.1 Lanjutan

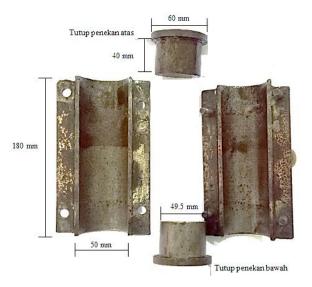
3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji yang digunakan pada penelitian ini memiliki diameter 50mm dan tinggi 160 mm. Cetakan ini terbuat dari pipa baja terbelah (*Splitting Mold*) yang dimaksudkan untuk mempermudah proses pembuatan benda uji. Gambar cetakan benda uji ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tabung cetak belah

b. Alat uji tekan bebas

Adapun bagian utama dari alat uji tekan bebas ini seperti pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut :

- 1) Alat pembebanan (loading device) yang terdiri dari :
 - 1. *Proving ring*, alat yang digunakan untuk kalibrasi arloji ukur pembebanan
 - 2. Arloji ukur (*dial gauge*) pembebanan yang digunakan untuk mengukur pembebanan selama pengujian
 - 3. Plat pembebanan
- 2) Rangka beban
- 3) Arloji ukur (*dial gauge*) deformasi yang digunakan untuk mengukur deformasi benda uji
- 4) Piston penggerak
- 5) Tuas pemutar
- 6) Landasan benda uji sebagai tempat untuk meletakkan benda uji
- 7) Panel pengatur kecepatan, digunakan untuk mengatur kecepatan pembebanan selama pengujian



Gambar 3.3 Alat uji tekan bebas

3.2.1. Bahan

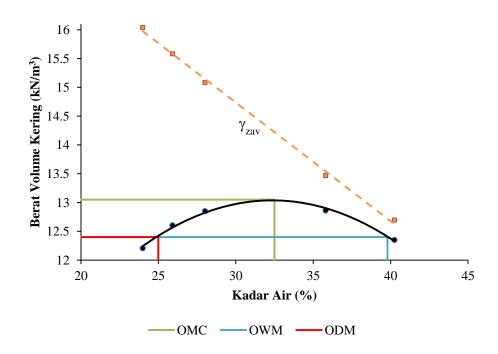
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Tanah lempung

Tanah lempung yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul. Adapun parameter pengujian sifatsifat geoteknik tanah pada pengujian ini disajikan pada Tabel 3.1. Berdasarkan sifat indeks tanah pada Tabel 3.1, menurut klasifikasi USCS (*Unified Soil Clasification System*), tanah ini tergolong CH (*clay – high plasticity*) atau tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Tanah ini dipadatkan menggunakan uji *proctor* modifikasi seperti pada Gambar 3.4 dan didapatkan nilai OMC (*optimum moisture content* / kadar air optimum) sebesar 32,5%, nilai MDD (*maximum dry density* / berat volume kering maksimum) sebesar 13,05 kN/m³, dan nilai 95% MDD (*maximum dry density* / berat volume kering maksimum) sebesar 30,88 kN/m³. Adapun nilai ODM (*optimum dry moisture content*) dan OWM (*optimum wet moisture content*, yang didapatkan dari nilai 95% MDD (*maximum dry density*) sebesar 25% dan 39,8%.

Tabel 3.1 Hasil pengujian sifat geoteknik tanah

Parameter	Hasil
Berat jenis, G _s	2,67
Batas-batas atteberg	
Batas cair, LL (liquid limit)	65,6%
Batas plastis, PL (plasticity limit)	33,5%
Indeks Plastisitas, PI (plasticity index)	32,1%
Berat volume kering maksimum, MDD	$13,05 \text{ kN/m}^3$
Kadar air optimum, OMC	32,5%
Ukuran partikel tanah	
Lempung	9%
Lanau	76%
Pasir	15%
Aktifitas, A	4,1



Gambar 3.4 Kurva pemadatan tanah lempung

b. Kapur

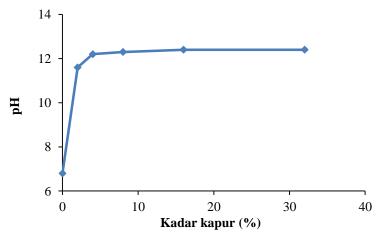
Kapur yang digunakan merupakan jenis *quick lime* atau kapur tohor, seperti pada Gambar 3.5, yang secara kimia dituliskan sebagai CaO

(kalsium oksida). Kapur yang digunakan didapatkan dari toko bangunan SLG yang berada di Jalan Martadinata, Kota Yogyakarta. Kapur ini dihaluskan dengan menggunakan alat $Los\ Angeles\$ yang diputar $\pm 4000\$ kali atau selama $\pm 2\$ jam.



Gambar 3.5 Kapur tohor

Adapun jumlah kapur yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan dari uji ICL (*initial consumption of lime*) yang sesuai pada prosedur ASTM D 6276 (ASTM, 1999). Hasil uji ICL ini disajikan pada Gambar 3.6 dan didapatkan kadar kapur optimum sebesar 17%.



Gambar 3.6 Hasil uji ICL

c. Abu sekam padi

Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi sisa dari pembakaran sekam padi untuk bahan bakar dalam proses pembuatan batu bata di daerah Godean. Abu sekam padi ini kemudian dihaluskan dengan menggunakan alat $Los\ Angeles\$ yang diputar $\pm 4000\$ kali atau selama $\pm 2\$ jam . Secara visual abu sekam padi yang digunakan adalah

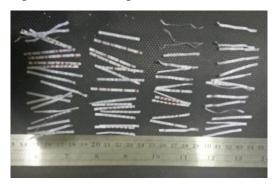
berwarna abu-abu seperti Gambar 3.7, dimana secara teoritis mengandung unsur silika yang baik.



Gambar 3.7 Abu sekam padi

d. Serat karung plastik

Serat sintetis yang digunakan adalah karung plastik bekas dengan cara memotong-motongnya sepanjang 4 cm seperti pada Gambar 3.8. sehingga serat ini memiliki panjang 4 cm dan lebar ±2 mm. Kadar serat yang digunakan sebesar 0,4% dari berat total campuran. Secara fisis, serat karung plastik yang dipilih adalah yang tidak rapuh atau lapuk bila ditarik dengan tangan, sehingga mampu memberikan perlawanan tarik.



Gambar 3.8 Serat plastik

3.3. Desain Campuran Benda Uji

Pada pengujian ini, desain campuran benda uji yang digunakan sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan disesuaikan dengan variasi kadari airnya, yaitu sebagai berikut :
 - 1) Untuk kondisi OMC (*optimum moisture content* / kadar air optimum), yang didapatkan dari nilai MDD (*maximum dry density* / berat volume

- kering maksimum), air yang digunakan 32,5% dari berat total campuran, yaitu sebesar 92,3 mL
- 2) Untuk kondisi ODM (*optimum dry moisture content*), yang mana didapatkan dari 95% nilai MDD (*maximum dry density* / berat volume kering maksimum) pada kondisi kering atau disebelah kiri nilai OMC pada Gambar 3.3, air yang digunakan sebesar 25% dari berat total campuran, yaitu sebesar 69,4 mL
- 3) Untuk kondisi OWM (*optimum wet moisture content*) yang mana didapatkan dari 95% nilai MDD (*maximum dry density* / berat volume kering maksimum) pada kondisi basah atau disebelah kanan nilai OMC pada Gambar 3.3, air yang digunakan sebesar 39,8% dari berat total campuran, yaitu sebesar 106,1 mL.
- b. Tanah yang digunakan merupakan tanah kering oven yang lolos saringan #4 dengan jumlah sesuai dengan variasi kadar airnya.
 - 1) Untuk kondisi OMC (*optimum moisture content* / kadar air optimum), berat tanah yang digunakan sebesar 170,56 gram.
 - 2) Untuk kondisi ODM (*optimum dry moisture content*) dan OWM (*optimum wet moisture content*), tanah yang digunakan sebesar 162,69 gram.
- c. Kapur dan abu sekam padi yang digunakan menggunakan perbandingan 1:1, dengan prosentase sebesar 17% dari berat total campuran benda uji. Dengan demikian, pada kondisi OMC (*optimum moisture content*) digunakan kapur / abu sekam padi sebesar 44,2 gram sedangkan pada kondisi OWM (*optimum wet moisture content*) dan ODM (*optimum dry moisture content*) digunakan kapur / abu sekam padi sebesar 42,16 gram.
- d. Proporsi serat karung plastik yang digunakan sebesar 0,4% dari berat total campuran. Pada kondisi OMC (*optimum moisture content*) digunakan serat karung plastik sebesar 1,04 gram sedangkan pada kondisi OWM (*optimum wet moisture content*) dan ODM (*optimum dry moisture content*) digunakan serat karung plastik sebesar 0,99 gram

3.4. Pembuatan benda uji

Pada pengujian ini, benda uji yang digunakan merupakan campuran dari kapur, abu sekam padi, dan serat karung plastik. Adapun pembuatan benda uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Tanah, kapur, abu sekam padi, dan serat yang sudah ditimbang kemudian dicampurkan secara merata. Setelah itu ditambahkan air sesuai dengan variasi kondisi kadar airnya.
- b. Adonan yang sudah tercampur, dimasukkan ke dalam tabung cetak belah dan dipadatkan secara bertahap. Kemudian dikeluarkan dengan cara membuka baut yang ada pada cetakan tersebut.
- c. Setelah benda uji dikeluarkan seperti pada Gambar 3.9, benda uji tersebut ditimbang dan diukur diameter beserta tingginya. Lalu diperam sesuai umur benda uji yang sudah ditetapkan, yaitu 7 hari.



Gambar 3.9 Benda uji setelah dicetak

3.5. Prosedur Pengujian Laboratorium

3.5.1. Pengujian durabilitas

Pengujian durabilitas ini dengan cara menggunakan siklus perendaman dan pengeringan (*wetting-drying*) yang berdasarkan ASTM D599-03 (ASTM, 1995). Satu siklus diartikan sebagai satu kali perendaman dalam waktu satu hari dan dilanjutkan satu kali pengeringan dengan waktu yang sama, satu hari. Begitu pula untuk kelipatannya, dijelaskan pada Tabel 3.2.

Jumlah Hari kesiklus 1 2 3 4 5 6 7 8 10 11 12 13 14 0 1 2

Tabel 3.2 Skema desain penelitian



Adapun tahapan pengujian ini sebagai berikut :

- a. Setelah benda uji diperam selama 7 hari, ditimbang dan diukur diameter beserta tingginya kembali.
- b. Setelah itu, benda uji tersebut dimasukkan ke dalam bak perendam seperti pada Gambar 3.10 yang berisi air setinggi 5 cm dari tinggi benda ujinya. Perendaman ini dilakukan selama 24 jam.



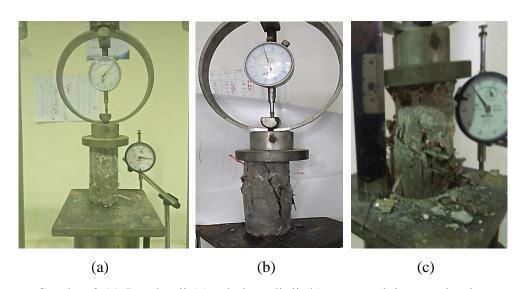
Gambar 3.10 Perendaman benda uji

- c. Pada hari berikutnya, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan kembali ditimbang dan diukur diameter beserta tingginya. Kemudian dikeringan/didiamkan pada ruang terbuka selama 24 jam.
- d. Hari selanjutnya, dilakukan pengujian kuat tekan bebas untuk benda uji yang memiliki waktu siklus 1 kali. Adapun untuk benda uji dengan waktu siklus lebih dari 1 kali, dilanjutkan sesuai prosedur (b) dan (c), disesuaikan dengan variasi waktu siklus yang telah ditentukan.

3.5.2. Pengujian kuat tekan bebas

Pengujian kuat tekan bebas ini berdasarkan pada ASTM D 5102 (ASTM, 2009). Adapun tahapan-tahapan pada pengujian kuat tekan bebas adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan pengujian, benda uji ditimbang dan diukur diameter beserta tingginya.
- b. Selanjutnya benda uji ditempatkan secara berdiri vertikal dan sentris pada alat uji tekannya sehingga pelat atasnya menyentuh benda uji seperti pada Gambar 3.11a.
- c. Arloji ukur dan arloji pengukur regangan diatur supaya menunjukkan angka 0. Kemudian alat tersebut dijalankan dengan kecepatan 2 mm/menit.
- d. Pembebanan dihentikan apabila beban yang bekerja telah mengalami penurunan atau benda uji mengalami pemendekan mencapai 20% dari tinggi benda uji. Gambar 3.11b merupakan salah satu contoh benda uji ketika mulai mengalami penurunan.
- e. Setelah itu, benda uji yang sudah mengalami keruntuhan di foto seperti pada Gambar 3.13c dan dilakukan pemeriksaan uji kadar air.



Gambar 3.11 Benda uji (a) sebelum diuji (b) yang mulai mengalami penurunan (c) yang telah mengalami keruntuhan

3.6. Analisis Data

Parameter utama yang dikaji dalam penelitian ini adalah nilai kuat tekan bebas tanah (qu) yang diperoleh dari hasil uji tekan bebas. Penentuan nilai kuat tekan bebas ini berdasarkan jenis keruntuhan pada setiap benda ujinya seperti, keruntuhan getas (*brittle failure*), keruntuhan berbentuk silinder (*cylindrical shape failure*), dan keruntuhan berbentuk tong (*barrel shape failure*). Keruntuhan getas terjadi ketika diameter setelah diuji sama dengan diameter sebelum diuji. Kemudian keruntuhan berbentuk silinder terjadi apabila diameter benda setelah diuji lebih besar dibandingkan sebelumnya. Terakhir, keruntuhan yang berbentuk tong terjadi apabila diameter setelah diuji lebih besar dari sebelumnya dan benda uji tersebut berubah bentuk menyerupai tong.

Nilai kuat tekan yang sudah dihitung diplotkan pada grafik hubungan antara tegangan dan regangan. Selanjutnya, dari grafik tersebut, ditentukan titik puncaknya. Titik puncak grafik merupakan hubungan antara nilai tegangan maksimum dan regangannya. Kemudian perbandingan dari nilai tegangan maksimum dengan regangannya disebut dengan nilai kuat tekan bebas maksimum (qu) dari tanah yang diuji. Perubahan nilai kuat tekan makimum masing-masing benda uji ini dianalisis dalam suatu grafik hubungan antara kuat tekan dan waktu siklus pembasahan-pengeringan. Selain nilai kuat tekan, nilai yang dianalisis dari grafik hubungan antara tegangan dan regangan yaitu secant modulus of elasticity dan brittleness index.