

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan berupa sampel tanah yang diperoleh dari Desa Pasinan, Kecamatan Baureno, Kabupaten Bojonegoro. Proses penelitian diawali dengan pengambilan sampel di lapangan menggunakan bor tangan. Selanjutnya, sampel tersebut diuji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro untuk mengetahui sifat fisik, sifat mekanis, serta karakteristik lainnya sesuai fokus penelitian penulis.

3.2 Lokasi Penelitian

penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro. Sampel tanah yang menjadi populasi penelitian diambil dari Desa Pasinan, Kecamatan Baureno, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur.



Gambar 3. 1 lokasi Penelitian
Sumber: peneliti, 2025

3.3 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi:

1. Hand Bor untuk pengambilan sampel tanah
2. Peralatan pengujian *free swelling*
3. Satu set peralatan pengujian kadar air
4. Satu set peralatan pengujian berat jenis
5. Satu set peralatan pengujian batas-batas konsistensi (*atterberg*)
6. Peralatan pengujian *Sieve Analysis* dan *Hydrometer Test*
7. Peralatan pengujian Proctor
8. Peralatan pengujian CBR
9. Peralatan pengujian Oedometer

3.4 Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui 2 (dua) tahap yakni tahap pertama yang dimulai dari pengambilan sampel tanah, tahap yang kedua pengujian sampel tanah. Semua tahapan selama pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro. Berikut ini langkah-langkah penelitiannya.

3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang diambil dari lokasi menggunakan alat Bor Tangan (*Hand Bor*). Bor tangan dilaksanakan dengan menggunakan berbagai macam bor (*Auger*) pada ujung bagian bawah dari serangkaian stang Bor. Bagian atasnya terdiri dari stang berbentuk T untuk memutar stang Bor.

Berikut langkah-langkah pengeboran yang dilaksanakan dan perlu diketahui sebagai berikut:

- a. Persiapkan alat pengeboran tanah (*Hand Bor*) di lokasi
- b. Kemudian mata bor dimasukan ke tanah agar membuat lubang, dengan memutar stang Bor sesuai dengan yang diinginkan. Peneliti mengambil sampel tanah pada kedalaman 0.5-1 m kebawah.
- c. Tarik stang bor keatas
- d. Ulangi pekerjaan pada poin b dan c secara berulang sampai mencapai kedalaman 1m.

- e. Kemudian tabung bor dimasukkan kedalam lubang tanah dan ditekan perlahan-lahan sampai mencapai kedalaman yang diinginkan (40 cm).
- f. Langkah selanjutnya yakni pelepasan sampel tanah menggunakan alat pengeluaran benda uji (*extruder*) yang berada di laboratorium.

3.4.2 Pengujian Sampel

Pengujian sampel tanah yang pertama

1. *Free Swelling*

Alat yang diperlukan

- a. Oven
- b. Saringan (No.200)
- c. Gelas ukur

Langkah pertama dalam pengujian kali ini adalah melakukan uji free swelling. Berikut ini langkah-langkahnya.

- a. Siapkan sampel tanah sesuai dengan yang dibutuhkan
- b. Masukkan kedalam wadah besi
- c. Masukkan kedalam oven kurang lebih 24 jam
- d. Keluarkan sampel tanah dari oven, diamkan sebentar
- e. Sampel tanah yang sudah mengering kemudian dihancurkan agar dapat lolos dari saringan No. 200
- f. Kemudian ayak sampel tanah yang sudah dihaluskan menggunakan saringan No. 200
- g. Sampel tanah yang lolos Saringan No. 200, kemudian dimasukan kedalam gelas ukur 100 ml
- h. Masukkan sampel tanah hingga mencapai 20 ml
- i. Masukkan Air destilasi kedalam gelas ukur
- j. Aduk dan kocok hingga air destilasi dan sampel tanah tercampur merata
- k. Diamkan selama kurang lebih 24 jam

2. Uji kadar air

Pengujian kadar air dimaksudkan untuk mengetahui besarnya kadar air yang terkandung dalam tanah yang ada di desa Pasinan kecamatan Baureno. Kadar air tanah adalah nilai perbandingan antara berat satuan tanah dengan berat kering tanah atau berat butiran padat

yang terkandung dalam tersebut. Sampel diambil dari lokasi pada kedalaman 0.5-1 meter dari permukaan tanah.

Alat yang diperlukan

- a. Cawan
- b. Timbangan
- c. Oven

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan uji kadar air sebagai berikut:

- a. Bersihkan dan keringkan cawan timbangan.
- b. Kemudian timbang dan catat beratnya
- c. Masukkan sampel tanah (basah) kedalam cawan timbangan bersama tutupnya
- d. Dalam keadaan terbuka, cawan yang berisi sampel tanah basah dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105 – 110 C. Selama 16-24 jam.
- e. Cawan dengan sampel tanah yang sudah kering diambil dari oven, didinginkan
- f. Cawan beserta tutup dan sampel tanah kering kemudian ditimbang dan dicatat beratnya.

Berikut hitungan cara menentukan hasil kadar air

3. Uji berat jenis

Berat jenis tanah (*Specific gravity*) adalah angka perbandingan antara berat isi jenis tanah dan berat isi air suling pada volume yang sama dan suhu tertentu. Berat jenis sangat penting diketahui yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan mekanika tanah. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No. 40 dengan piknometer.

Alat yang digunakan dalam melakukan uji berat jenis, sebagai berikut:

- a. Piknometer dengan kapasitas minimum 100 ml atau botol ukur dengan kapasitas 50 ml.
- b. Oven pengering
- c. Timbangan
- d. Bak perendam

- e. Botol (Untuk pengisian air suling ke dalam piknometer atau botol ukur)
- f. Termometer
- g. Tungku listrik
- h. Alat pendingin (desikator)
- i. Saringan No. 4 dan penadahnya

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan uji berat jenis sebagai berikut:

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$) selama 24 jam, setelah itu dinginkan dalam desikator;
- b. Cuci piknometer atau botol ukur dengan air suling, kemudian dikeringkan dan selanjutnya timbang (W_1 gram);
- c. Masukkan benda uji ke dalam piknometer atau botol ukur yang digunakan, kemudian timbang (W_2 gram);
- d. Tambahkan air suling ke dalam piknometer atau botol ukur yang berisi benda uji, sehingga piknometer atau botol ukur terisi duapertiganya;
- e. Panaskan piknometer atau botol ukur yang berisi rendaman benda uji dengan hati - hati selama 10 menit atau lebih sehingga udara dalam benda uji ke luar seluruhnya. Untuk mempercepat proses pengeluaran udara, piknometer atau botol ukur dapat dimiringkan sekali - kali;
- f. Rendamlah piknometer atau botol ukur dalam bak perendam, sampai temperaturnya tetap. Tambahkan air suling secukupnya sampai penuh. Keringkan bagian luarnya, lalu timbang (W_3 gram);
- g. Ukur temperatur isi piknometer atau botol ukur, untuk mendapatkan faktor koreksi (K);
- h. Bila isi piknometer atau botol ukur belum diketahui, isinya ditentukan sebagai berikut :
 - Kosongkan dan bersihkan piknometer atau botol ukur yang akan digunakan;

- Isi piknometer atau botol ukur dengan air suling yang temperaturnya sama, kemudian keringkan dan timbang (W4 gram).

4. Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas digambarkan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Tergantung pada kadar airnya, tanah mungkin berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat.

Kedudukan kadar air transisi bervariasi pada berbagai jenis tanah. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada air tertentu disebut konsistensi.

Atterberg memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan airnya. Batas-batas tersebut adalah sebagai berikut :

1) Batas cair (*Liquid limit*)

Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, dimana untuk nilai-nilai di atasnya tanah akan bersifat sebagai cairan kental (campuran tanah tanpa air tanpa kuat geser yang dapat diukur).

2) Batas plastis (*Plastic limit*)

Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air dimana tanah dengan diameter 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3) Batas susut (*Shrinkage limit*)

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya.

4) Indeks plastisitas (*Plasticity index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas akan merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis

menunjukkan sifat keplastisan tanahnya. Jika tanah mempunyai interval kadar air didaerah plastis yang kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis yang besar disebut tanah gemuk.

5. Analisis Saringan

Alat dan langkah pengujian analisis ukuran butiran (Sieve analisis) sesuai dengan SNI 3423 : 2008 sebagai berikut :

Alat yang digunakan dalam melakukan uji *Sieve* analisis sebagai berikut: :

- a. Saringan
- b. Sieve Shaker
- c. Timbangan
- d. Wadah sempel
- e. Oven

Langkah pengujian Sieve Analisis :

- a. Keringkan sampel di dalam oven hingga beratnya konstan.
- b. Timbang sampel material kering (misalnya, 500 gram atau sesuai kebutuhan).
- c. Susun ayakan mulai dari ukuran lubang terbesar di atas hingga terkecil di bawah.
- d. Letakkan pan (wadah penampung) di bagian paling bawah.
- e. Masukkan sampel kering ke dalam ayakan teratas.
- f. Pasang set ayakan ke dalam shaker mekanis.
- g. Guncang selama 10–15 menit (atau sesuai standar spesifikasi proyek).
- h. Setelah pengayakan selesai, timbang material yang tertahan di masing-masing ayakan, termasuk yang ada di pan.
- i. Catat hasilnya untuk setiap ayakan.

6. Uji Hidrometer

Uji hydrometer bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir tanah berbutir halus (lempung dan lanau) menggunakan prinsip sedimentasi.

Alat yang digunakan dalam melakukan uji hidrometer, sebagai berikut:

- a. Hidrometer
- b. Silinder Pengendapan
- c. Thermometer
- d. Timbangan Digital
- e. Pengaduk Mekanis
- f. Larutan Deflokulan
- g. Cawan Logam atau Wadah
- h. Oven Pengering
- i. Pipet atau Alat Pengukur Cairan
- j. Stopwatch
- k. Gelas Beaker

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan uji hidrometer sebagai berikut:

- a. Keringkan sampel tanah di oven hingga berat konstan.
- b. Hancurkan gumpalan tanah tanpa merusak butirannya
- c. Hancurkan gumpalan tanah tanpa merusak butirannya
- d. Timbang $50 \pm 0,1$ g tanah halus yang telah lolos saringan No. 200.
- e. Larutkan 40 g natrium heksametafosfat dalam 1000ml air suling.
- f. Campur tanah dengan 125 ml larutan deflokulan di gelas beaker.
- g. Aduk campuran menggunakan pengaduk mekanis selama 5–10 menit hingga partikel terdispersi sempurna.
- h. Pindahkan campuran tanah dan deflokulan ke dalam silinder pengendapan.
- i. Tambahkan air suling hingga mencapai tanda 1000 ml.
- j. Tutup silinder dan kocok secara vertikal selama 1 menit untuk memastikan homogenitas.
- k. Letakkan silinder pengendapan di tempat yang tidak terganggu.
- l. Masukkan hidrometer ke dalam larutan dan catat pembacaan pada waktu tertentu: 15 detik, 30 detik, 1 menit, 2 menit, 4 menit, 8 menit, 15 menit, 30 menit, 1 jam, 2 jam, dan seterusnya (sesuai kebutuhan hingga sedimentasi selesai).

- m. Catat suhu larutan di setiap waktu pengukuran karena suhu memengaruhi pembacaan hidrometer.
- n. Setelah sedimentasi selesai (biasanya 24 jam), lakukan pengukuran hidrometer terakhir

7. Oedometer

Pengujian oedometer (uji konsolidasi) metode untuk menentukan karakteristik konsolidasi tanah :

Alat yang digunakan dalam melakukan uji oedometer, sebagai berikut:

- a. Mesin Konsolidasi
- b. Cincin Konsolidasi
- c. Porous Stone (*Batu Berpori*)
- d. Penampung Air (*Water Bath*)
- e. Dial Gauge (Pengukur Deformasi)
- f. Timbangan Digital
- g. Pisau dan Alat Potong Tanah
- h. Peralatan Pemadatan
- i. Timer atau Stopwatch
- j. Alat Pengatur Beban (*Loading Frame*)

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan uji oedometer sebagai berikut:

- a. Ambil sampel tanah undisturbed (tidak terganggu) menggunakan cincin konsolidasi.
- b. Pastikan tanah rata di permukaan atas dan bawah cincin.
- c. Tempatkan porous stone di atas dan bawah sampel dalam cincin.
- d. Letakkan cincin yang berisi sampel tanah di mesin konsolidasi.
- e. Pasang porous stone dan pelat penekan (*loading plate*) di atas sampel.
- f. Rendam sampel dalam air untuk saturasi penuh.
- g. Netralkan gaya tekanan awal dengan beban kecil (biasanya 0,05–0,1 kg/cm²).
- h. Terapkan beban bertahap secara logaritmik (misalnya: 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; dan seterusnya hingga tekanan maksimum).

- i. Catat perubahan deformasi (*settlement*) pada dial gauge untuk setiap tahap tekanan hingga mencapai kondisi stabil (umumnya dalam waktu 24 jam untuk setiap tahap).
- j. Setelah setiap tahap tekanan stabil, tingkatkan beban hingga mencapai tekanan maksimum.
- k. Setelah tekanan maksimum, lakukan pembebasan tekanan secara bertahap untuk melihat pemulihan tanah.

8. CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur kekuatan dan daya dukung tanah.

Alat yang digunakan:

- a. Cetakan
- b. Keping pemisah
- c. Penumbuk
- d. Peralatan pengukur pengembangan
- e. Peralatan pembebanan
- f. Bak perendam
- g. Oven pengering
- h. Cawan kadar air

Langkah pengujian:

- a. Letakan keping pemberat diatas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg atau 10 lb atau sesuai dengan perkerasan.
- b. Pertama, letakan keping pemberat 2,27 kg atau 5 lb untuk mencegah mengembangnya permukaan benda uji pada bagian lubang keping pemberat. Pemberatan selanjutnya dipasang setelah torak disentuhkan pada permukaan benda uji.
- c. Kemudian atur torak penetrasi pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 4,5 kg atau 10 lb. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara torak dengan permukaan benda uji. Kemudian arloji penunjuk beban dan arloji pengukur penetrasi di-nol-kan.

- d. Berikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit atau 0,05"/menit.
- e. Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm atau 0,50".
- f. Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25,4 mm atau 1".

9. Proctor

Cara uji ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah yang dipadatkan di dalam sebuah cetakan berukuran tertentu dengan penumbuk 2,5 kg yang dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 305 mm.

Alat yang digunakan;

- a. Cetakan (diameter 101,60 mm)
- b. Alat penumbuk
- c. Alat pengeluar benda uji (extruder).
- d. Timbangan.
- e. Oven pengering.
- f. Pisau perata.
- g. Saringan (Saringan 50 mm, 19 mm, dan No.4 (4,75 mm))

Langkah langkah:

- a. Timbang massa cetakan dan keping alas dengan ketelitian 1 gram (B1) serta ukur diameter dalam dan tingginya dengan ketelitian 0,1 mm.
- b. Pasang leher sambung pada cetakan dan keping alas, kemudian dikunci dan ditempatkan pada landasan dari beton dengan massa tidak kurang dari 100 kg yang diletakkan pada dasar yang stabil.
- c. Ambil contoh uji yang akan dipadatkan, tuangkan ke dalam baki dan aduk sampai merata.
- d. Padatkan contoh uji di dalam cetakan (dengan leher sambung) dalam 3 lapis dengan ketebalan yang sama sehingga ketebalan

total setelah dipadatkan kira-kira 125 mm. ditumbuk sebanyak 25 kali

- e. Lepaskan leher sambung, potong kelebihan contoh uji yang telah dipadatkan dan ratakan permukaannya, sehingga betul-betul rata dengan permukaan cetakan.
- f. Timbang massa cetakan yang berisi benda uji dan keping alasnya dengan ketelitian 1 gram.
- g. Buka keping alas dan keluarkan benda uji dari dalam cetakan menggunakan alat pengeluar benda uji (extruder). Belah benda uji secara vertikal menjadi 2 bagian yang sama, kemudian ambil sejumlah contoh yang mewakili dari salah satu bagian untuk pengujian kadar air, sesuai SNI 03-1965-1990.

3.5 Variabel

Data yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini diperoleh dari pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro, yaitu sebagai berikut:

3.5.1 Variabel Independen

Variabel independen adalah faktor yang sengaja dibuat atau dirubah untuk melihat pengaruhnya terhadap variabel lain. Variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Nilai pengembangan mengacu pada besarnya volume atau ekspansi yang terjadi pada tanah ekspansif ketika mengalami perubahan kadar air.
2. Pengukuran dapat diukur melalui pengujian laboratorium seperti (uji CBR)

3.5.2 Variabel Dependen

Variabel dependen adalah faktor yang diamati dan diukur untuk melihat pengaruh dari perhitungan atau perubahan variabel independen. Variabel dependen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Daya angkat tanah, kemampuan tanah untuk menahan beban
2. Pengukuran dapat diuji dengan menggunakan alat uji laboratorium

3.6 Metode Analisis

Pengolaan data dilakukan setelah melakukan pengujian sampel tanah, rinciannya sebagai berikut:

1. Analisis hasil uji kadar air
2. Analisis hasil uji berat jenis (*Spesific Gravity*)
3. Analisis hasil *Sieve Analisis* dan *Hidrometer Test*
4. Analisis hasil atterberg limit Batas cair (*Liquid limit*)
 - Batas cair (*Liquid limit*)
 - Batas plastis (*Plastic limit*)
 - Batas susut (*Shrinkage limit*)
5. Analisis hasil uji proctor standar
6. Analisis hasil uji CBR *soaked dan Unsoaked*
7. Analisis hasil uji Oedometer

3.7 Bagan Alir

