

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pengujian laboratorium sifat fisik tanah terletak di Laboratorium Mekanika Tanah. Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri Universitas Pendidikan Indonesia di Jl. Dr. Setiabudhi 207 Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia.



Gambar 1.1 Lokasi Laboratorium Penelitian

(Sumber : Google Earth)

Lokasi pengujian lapangan kemampuan resapan dan pengambilan sampel terletak di Laboratorium Agroindustri. Jl. Sariwangi Selatan, Sariwangi, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559.



Gambar 1.2 Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

(Sumber : Google Earth)

1.2 Metode Penelitian

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus mengenai hubungan antara sifat fisik tanah dengan kemampuan resapan air, sampel yang digunakan untuk studi kasus ini berada pada Laboratorium Agroindustri Universitas Pendidikan Indonesia, digunakan lokasi tersebut dikarenakan pengambilan sampel dan pengujian lapangan diizinkan pada lokasi tersebut. Sumber data yang digunakan adalah data kontinu yang diperoleh dari hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium serta di lapangan. Data tersebut akan dihubungkan sesuai dengan rumusan masalah menggunakan uji statistik.

1.3 Sampel Penelitian

Penelitian ini memiliki sampel sebanyak 11 titik sampel diambil dari Laboratorium Agroindustri Universitas Pendidikan Indonesia untuk dianalisis lebih lanjut. Metode yang diterapkan dalam pemilihan sampel adalah *systematic purposive sampling*, yang disesuaikan dengan kondisi lahan yang ada, mencakup variasi kondisi tanah yang berbeda-beda yaitu sebagai berikut :

- Kondisi tanah yang memiliki vegetasi rerumputan
- Kondisi tanah yang tidak memiliki vegetasi rerumputan
- Kondisi tanah yang dekat dengan pepohonan

- Kondisi tanah yang tekstur permukaannya secara visual padat merata
- Kondisi tanah yang tekstur permukaannya secara visual gembur

Proses pengambilan 11 titik sampel dilakukan dengan menggunakan metode *systematic purposive sampling*, berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam penelitian ini, dibagi menjadi 11 *grid* berukuran 20x20 m², di mana dari setiap *grid* tersebut dipilih satu titik yang memenuhi kriteria yang telah ditetapkan dan dapat mewakili karakteristik *grid* tersebut. Peta yang menyajikan lokasi pengambilan titik sampel dapat dilihat pada bagian berikut.



Gambar 1.3 *Grid* Pengambilan Titik Sampel

(Sumber : Google Earth)

Dalam penelitian ini, terdapat 3 kategori sampel yang diambil dari lokasi lapangan, yang akan dijelaskan lebih lanjut di bawah ini.

- Sampel tanah tidak terganggu
- Sampel tanah terganggu
- Sampel pengukuran infiltrasi

Sampel tanah terganggu digunakan untuk melakukan uji laboratorium yaitu pengujian permeabilitas, analisis saringan, pengujian batas cair dan batas plastis.

Sampel tanah tidak terganggu digunakan untuk melakukan uji laboratorium yaitu pengujian berat isi kering tanah dan kadar air tanah.

Sampel tanah pengukuran infiltrasi digunakan untuk melakukan uji lapangan yaitu pengujian infiltrasi.

1.4 Data dan Variabel Penelitian

.Dalam penelitian ini, digunakan variabel penelitian yang terdiri dari sifat fisik tanah dan kemampuan resapan air. Penelitian ini menguji hubungan antara variabel sifat fisik tanah dan kemampuan resapan air. Di antaranya adalah sebagai berikut :

- Berat isi kering
- Kadar air
- *LL*
- *PL*
- persentase pasir
- persentase lempung
- Permeabilitas
- Kapasitas Infiltrasi Konstan

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran variabel menggunakan instrumen khusus atau pengujian, kemudian diolah melalui perhitungan empiris. Selain itu, data sekunder yang digunakan berasal dari penelitian sebelumnya yang memberikan kesimpulan deskriptif mengenai hubungan antara sifat fisik tanah dan kemampuan resapan air sebagai perbandingan.

1.5 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan berbagai instrumen berbentuk pengujian untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Instrumen-instrumen yang digunakan telah dipilih dengan cermat sesuai dengan tujuan penelitian. Setiap

instrumen memiliki kegunaan dan fungsi yang berbeda-beda dalam mengumpulkan data yang relevan.

- Pengujian Lapangan
 - Pengujian *Double ring* Infiltrometer (Infiltrasi)
- Pengujian Laboratorium
 - Pengujian Analisis Saringan (Klasifikasi Tanah)
 - Pengujian Batas Cair (Klasifikasi Tanah)
 - Pengujian Batas Plastis (Klasifikasi Tanah)
 - Pengujian Berat Isi Tanah (Berat Isi)
 - Pengujian Kadar Air Tanah (Kadar Air)
 - Pengujian Permeabilitas (Permeabilitas Tanah)

Instrumen penelitian yang lebih mendalam dirangkum dalam sebuah matriks yang menggambarkan berbagai alat dan metode yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut.

Tabel 1-1 Maktriks instrument penelitian pada setiap focus penelitian

Fokus Penelitian	Data Penelitian	Jenis Sampel	Instrumen
Klasifikasi Tanah	Analisis Saringan	Tanah terganggu	Analisis saringan (ASTM D-1140)
	Batas Cair	Tanah lolos sieve no.40	Pengujian batas cair (ASTM D-4318-00)
	Batas Plastis	Tanah lolos sieve no.40	Pengujian batas plastis (ASTM D-4318-00)
Hubungan antara Berat Isi Kering Tanah dan Permeabilitas	Berat Isi Kering Tanah	Tanah tidak terganggu	Pengujian berat isi (ASTM C-29)
	Koefisien Permeabilitas	Tanah terganggu	Pengujian permeabilitas (ASTM D-2434)
Hubungan antara Kadar Air Alami	Kadar Air Alami	Tanah tidak terganggu	Pengujian kadar air alami tanah

Fokus Penelitian	Data Penelitian	Jenis Sampel	Instrumen
Tanah dan Permeabilitas			(ASTM D-2216-98)
	Koefisien Permeabilitas	Tanah terganggu	Pengujian permeabilitas (ASTM D-2434)
Hubungan antara Batas <i>Atterberg</i> dan Permeabilitas	Batas <i>Atterberg</i> (Batas Plastis dan Batas Cair)	Tanah lolos sieve no.40	Pengujian batas cair (ASTM D-4318-00)
	Kapasitas Infiltrasi Konstan	Tanah tidak terganggu (pengujian di lapangan)	Pengujian infitrometer cincin ganda (SNI 7752:2012)
Hubungan antara Permeabilitas dan Kapasitas Infiltrasi Konstan	Koefisien Permeabilitas	Tanah terganggu	Pengujian permeabilitas (ASTM D-2434)
	Kapasitas Infiltrasi Konstan	Tanah tidak terganggu (pengujian di lapangan)	Pengujian infitrometer cincin ganda (SNI 7752:2012)

1.6 Teknik Pengumpulan Data

Dalam teknik pengambilan data, terdapat beragam metode yang digunakan tergantung pada jenis variabel data yang akan diambil. Penjelasan mengenai metode-metode ini akan diuraikan pada poin-poin berikutnya.

1.6.1 Pengumpulan Data Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dengan menggunakan metode *Unified Soil Classification System* (USCS) memerlukan informasi mengenai distribusi ukuran partikel tanah, serta hasil dari pengujian batas cair dan batas plastis. Berdasarkan Tata Cara Pengklasifikasian Tanah untuk Keperluan Teknik dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah (ASTM D-2487-06)

Proses pengambilan data distribusi ukuran partikel tanah dilakukan dengan metode analisis saringan, yang bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi ukuran partikel tanah menggunakan mesin penggetar dan ayakan dengan berbagai ukuran yang berbeda. Standar yang diacu dalam proses ini adalah ASTM D-1140.

Hasil yang diperoleh dari uji ini adalah koefisien kurvatur, koefisien keseragaman dan distribusi butiran, yang akan memberikan informasi tentang tingkat kekasaran sampel tanah yang dianalisis.

1.6.2 Pengumpulan Data Batas Cair

Pengumpulan data batas cair menggunakan standar ASTM D-4318-00. Batas cair adalah suatu parameter dalam mekanika tanah yang menggambarkan kadar air pada titik di mana tanah berubah dari keadaan plastis menjadi keadaan cair. Secara teknis, batas cair (*liquid limit*) adalah kadar air tertentu di mana tanah mulai mengalir seperti cairan ketika diberi beban tertentu.

1.6.3 Pengumpulan Data Batas Plastis

Pengumpulan data batas plastis menggunakan standar ASTM D-4318-00. Batas plastis adalah kadar air tanah pada titik di mana tanah berubah dari keadaan semi-padat menjadi plastis, atau dengan kata lain, tanah mulai kehilangan sifat plastisnya dan mulai retak atau pecah saat digulung menjadi benang dengan diameter tertentu, biasanya 3 mm.

1.6.4 Pengumpulan Data Berat Isi Tanah

Data berat isi tanah dapat diperoleh melalui pengujian laboratorium yang dilakukan dengan metode tertentu. Untuk melakukan pengujian ini, sampel tanah yang diambil akan diuji menggunakan standar yang telah ditetapkan. Dalam hal ini, peraturan yang digunakan adalah ASTM C-29, yang merupakan standar yang diakui secara internasional dalam pengambilan data berat isi tanah. Dengan menggunakan metode ini, dapat dipastikan bahwa data yang diperoleh akan akurat dan dapat diandalkan untuk keperluan analisis dan penelitian lebih lanjut.

1.6.5 Pengumpulan Data Kadar Air

Data kadar air diambil melalui metode pengujian laboratorium. Sampel tanah yang diambil akan diuji di laboratorium dengan menggunakan standar yang berlaku. Dalam pengambilan data ini, peraturan yang digunakan adalah ASTM D-2216-98, yang merupakan standar yang diakui secara internasional untuk pengujian sifat fisik tanah. Metode ini memastikan bahwa pengujian dilakukan dengan konsistensi dan akurasi yang tinggi, sehingga hasilnya dapat diandalkan dan dapat digunakan dalam analisis lebih lanjut.

1.6.6 Pengumpulan Data Permeabilitas Tanah

Data permeabilitas dapat diperoleh melalui pengujian lapangan yang dilakukan dengan metode tertentu. Dalam pengujian ini, sampel tanah yang diambil akan diuji menggunakan alat yang disebut permeameter, yang mengikuti standar yang telah ditetapkan.

1.6.7 Pengumpulan Data Infiltrasi tanah

Pengambilan data laju dan kapasitas infiltrasi dilakukan dengan metode pengujian lapangan dan laboratorium. Proses pengambilan sampel tanah dilakukan di lapangan menggunakan *double ring* infiltrometer sesuai dengan standar yang berlaku yaitu SNI 7752-2012 tentang Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah dengan Cincin Ganda. Sedangkan di laboratorium, pengujian dilakukan dengan menggunakan model hujan dan limpasan untuk mengukur infiltrasi tanah secara lebih detail dan akurat.

1.7 Teknik Analisis

Metode analisis yang diterapkan dalam penelitian ini didasarkan pada data kuantitatif yang telah dikumpulkan. Data yang telah terkumpul akan dianalisis menggunakan berbagai teknik pengujian statistik. Tujuan akhir dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat korelasi atau hubungan antara variabel sifat fisik tanah dengan kemampuan resapan air tanah.

Beberapa teknik pengujian statistik yang akan digunakan meliputi uji normalitas, uji analisis regresi, dan uji korelasi *pearson*. Melalui pengujian-pengujian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara variabel-variabel yang diteliti. Hasil dari analisis

statistik ini akan memberikan gambaran yang jelas mengenai sejauh mana variabel sifat fisik tanah berpengaruh terhadap kemampuan resapan air tanah.

1. Analisis Klasifikasi Tanah USCS, digunakan untuk mendapatkan data klasifikasi tanah pada masing masing sampel. Pengujian yang diperlukan untuk mendapatkan klasifikasi tanah USCS adalah analisis saringan, batas cair, dan batas plastis. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan data koefisien kurvatur, koefisien keseragaman, nilai batas cair, dan nilai batas plastis. Klasifikasi tanah dapat dianalisis dengan menggunakan panduan dari SNI 6371 : 2015 tentang Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Untuk Keperluan Teknik dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah.
2. Analisis Perhitungan Sifat Fisik Tanah, digunakan untuk mendapatkan data berat isi tanah, kadar air, permeabilitas, batas cair, dan batas plastis. Digunakan 2 jenis sampel yaitu terganggu dan tidak terganggu yang digunakan berdasarkan syarat instrumen penelitiannya masing masing. Perhitungan yang dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk mempermudah proses perhitungan. Sehingga didapati rekapitulasi data sifat fisik tanah, lalu dijelaskan secara deskriptif mengenai data tersebut.
3. Analisis Perhitungan Permeabilitas, digunakan untuk mendapatkan data koefisien permeabilitas. Data yang diperoleh dari pengujian permeabilitas akan dianalisis menggunakan persamaan permeabilitas dengan pengujian konstan head. Analisis dibantu dengan perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk mempermudah proses perhitungan yang berulang. Sehingga didapati rekapitulasi data koefisien permeabilitas, lalu dijelaskan secara deksriptif mengenai hasil data tersebut.
4. Analisis Infiltrasi Model Horton, digunakan untuk mendapatkan data kapasitas infiltrasi awal, rata rata laju infiltrasi, dan kapasitas infiltrasi konstan. Sumber data yang didapatkan dari pengujian lapangan dilakukan perhitungan dalam persamaan model horton. Setelah dilakukan perhitungan persamaan maka dapat *diplot*-kan grafik laju infiltrasi model horton, grafik tersebut dibandingkan dengan grafik laju

infiltrasi lapangan, dan infiltrasi kumulatif untuk mendapatkan perpotongan kedua kurva tersebut sehingga dihasilkan data laju infiltrasi rata rata.

5. Analisis Korelasi *Pearson*, analisis ini digunakan untuk mendapatkan data berupa nilai korelasi dan sifat hubungannya, analisis dibantu dengan perangkat lunak *SPSS*. Analisis korelasi *pearson* digunakan pada setiap hubungan berikut ini :
 - a) Hubungan antara berat isi kering dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - b) Hubungan antara kadar air tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - c) Hubungan antara batas plastis tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - d) Hubungan antara batas cair tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - e) Hubungan antara persentase pasir tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - f) Hubungan antara persentase lempung lanau tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - g) Hubungan antara koefisien permeabilitas dengan kapasitas infiltrasi konstan.
6. analisis regresi, analisis ini digunakan untuk mendapatkan data berupa pola hubungan antara variabel satu dengan variabel lainnya, dalam analisis ini digunakan perangkat lunak *Curve expert*. Analisis korelasi *pearson* digunakan pada setiap pola hubungan berikut ini :
 - a) Pola hubungan antara berat isi kering dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - b) Pola hubungan antara kadar air tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - c) Pola hubungan antara batas plastis tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.

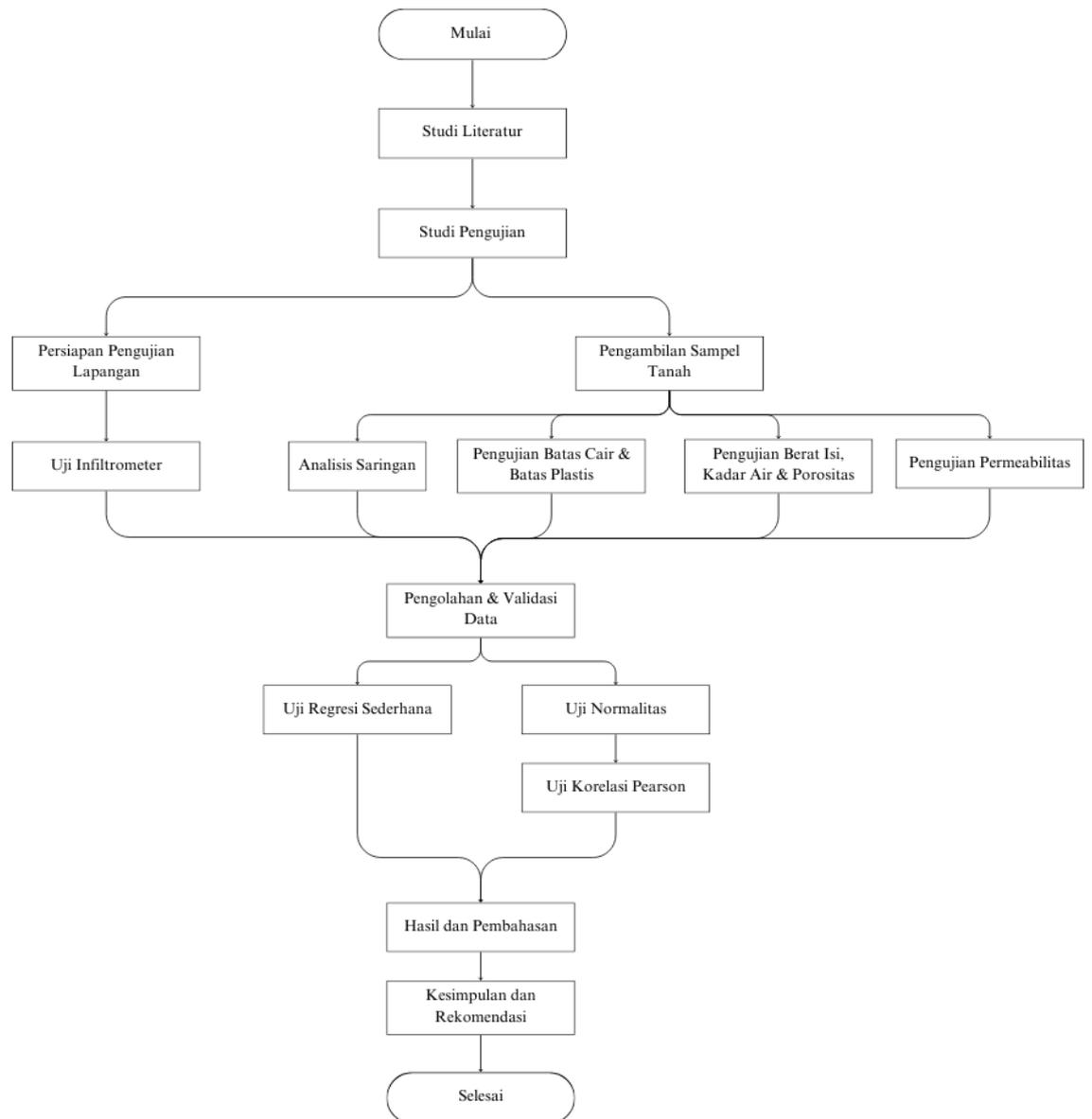
- d) Pola hubungan antara batas cair tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - e) Pola hubungan antara persentase pasir tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - f) Pola hubungan antara persentase lempung lanau tanah dengan koefisien permeabilitas tanah.
 - g) Pola hubungan antara koefisien permeabilitas dengan kapasitas infiltrasi konstan.
7. analisis regresi Multipel, analisis ini digunakan untuk mendapatkan data berupa pola hubungan antara sifat fisik tanah dengan permeabilitas. Semua variabel sifat fisik tanah akan dicari polanya dengan koefisien permeabilitas. Analisis ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Curve expert*.

1.8 Diagram Alir

Diagram alir yang disajikan di bawah ini menggambarkan langkah-langkah yang akan diambil dalam penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Diagram ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang jelas mengenai proses penelitian, mulai dari tahap perencanaan hingga analisis data, serta hasil yang diharapkan.

1. Studi literatur, mempelajari dan mencari referensi yang berkaitan dengan judul penelitian
2. Studi pengujian, mempelajari dan melakukan percobaan berupa *trial & error* prosedur uji di laboratorium dan lapangan
3. Persiapan uji lapangan, mempersiapkan alat yang akan digunakan di lapangan.
4. Pengambilan sampel tanah berupa sampel tanah terganggu dan tidak terganggu untuk pengujian laboratorium.
5. Uji infiltrometer sesuai dengan prosedur ASTM dan SNI yang digunakan.
6. Analisis saringan, pengujian batas cair, batas plastis, berat isi, kadar air, dan permeabilitas di laboratorium

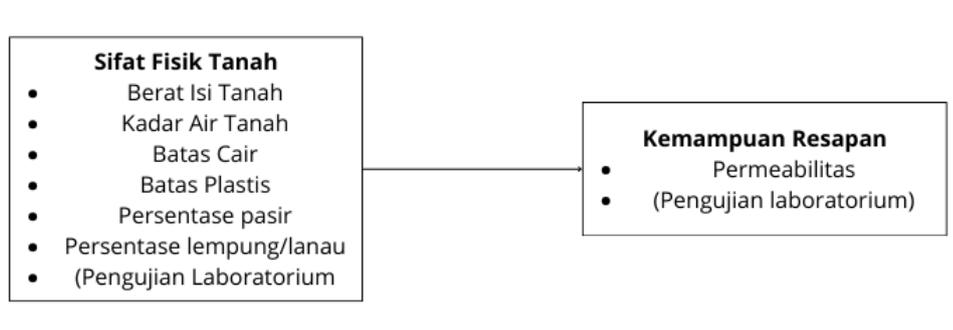
7. Pengolahan & Validasi data, validasi data dilakukan dengan validasi isi, konstruk, validasi akurasi berupa kalibrasi alat, pengujian ulang, dan perhitungan bias dengan standar referensi.
8. Uji normalitas yang merupakan prasyarat uji korelasi *pearson* pada tahapan selanjutnya.
9. Uji regresi sederhana.
10. Hasil dan pembahasan
11. Kesimpulan dan rekomendasi



Gambar 1.4 Diagram Alir Penelitian

1.9 Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran ini dirancang untuk menguraikan interaksi antara variabel-variabel yang terlibat dalam penelitian ini. Variabel x diidentifikasi sebagai karakteristik fisik tanah, sedangkan variabel y merepresentasikan kapasitas resapan. Hubungan antara kedua variabel ini diasumsikan bersifat linier, berdasarkan temuan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Penjelasan mengenai hubungan ini akan disampaikan sebagai berikut.



Gambar 1.5 Kerangka berpikir hubungan sifat fisik tanah dengan kemampuan resapan.

- Berat isi tanah secara teori salah satu parameter kepadatan tanah. Menurut penelitian terdahulu ketika kepadatan tanah meningkat dalam hal ini adalah berat isi tanah, maka permeabilitas akan menurun dikarenakan jumlah volume pori yang berkurang, dan perubahan pada struktur tanah sehingga jalur mengalirnya air menjadi terhambat.
- Kadar air tanah secara teori adalah banyaknya persentase fasa cair yang mengisi volume pori dibandingkan dengan total volume. Menurut penelitian terdahulu, apabila kadar air semakin tinggi dalam volume pori, maka permeabilitas akan menurun dikarenakan volume pori yang ada sudah diisi dengan fase cair sehingga diperlukan waktu untuk mengalami pengaliran air.
- Permeabilitas tanah secara teori adalah kemampuan tanah dalam mengalirkan air diantara pori porinya. Menurut penelitian, apabila permeabilitas tinggi maka infiltrasi akan semakin meningkat, dikarenakan air semakin mudah untuk melewati pori pori tanah.



Gambar 1.6 Kerangka berpikir hubungan dan pengaruh kapasitas infiltrasi konstan dengan permeabilitas

- Kemampuan resapan yang diuji dalam laboratorium yaitu permeabilitas dan kemampuan resapan yang diuji pada lapangan yaitu kapasitas infiltrasi konstan dalam hal ini menurut penelitian terdahulu memiliki pengaruh dan hubungan 2 arah antara kapasitas infiltrasi konstan dengan permeabilitas.

1.10 Prosedur Penelitian

Metode analisis yang diterapkan dalam penelitian ini telah disesuaikan dengan instrumen penelitian yang digunakan.

1.10.1 Prosedur Pengujian Berat Isi Tanah dan Kadar Air Tanah

Untuk mendapatkan nilai berat isi tanah dan kadar air tanah dilakukan pengujian laboratorium berdasarkan ASTM C-29 dan ASTM D-2216-98 yaitu sebagai berikut ini.

A. Pengujian Berat Isi Tanah

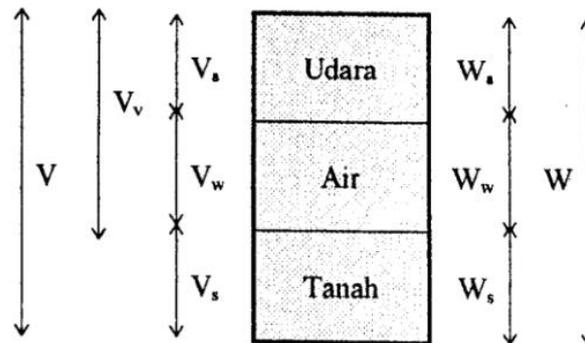
A. Peralatan yang digunakan :

- Silinder ring
- Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- Oven
- Desikator
- Sample Extruder
- Stickmaat (Jangka sorong)
- Pisau

B. Prosedur pengujian :

1. Silinder ring dibersihkan, kemudian dengan stickmaat diukur diameter (d), tinggi (t), dan beratnya ditimbang.

2. Silinder ring ditekan masuk ke dalam tanah dan kemudian dengan alat dongkrak silinder dikeluarkan, potong dengan pisau, kemudian tanah di sekitar ring dibersihkan dan permukaan tanah diratakan.
3. Ring + contoh tanah ditimbang, kemudian dimasukan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105 derajat celcius.
4. Sesudah itu, contoh tanah yang sudah kering dimasukan ke dalam desikator kurang lebih 1 jam.
5. Contoh yang sudah dingin ditimbang, didapat berat kering.



Gambar 1.7 Diagram 3 Fase Tanah

(Sumber : Modul Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Pendidikan Indonesia)

C. Persamaan Berat Isi Tanah :

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Keterangan :

V = volume contoh tanah

Vs = volume butir

Gs = spesific gravity

Vv = volume pori

- W_s = berat tanah kering
 y_w = berat isi air
 y = berat isi tanah
 W_1 = berat ring
 W_2 = berat ring + contoh tanah
 W = berat contoh tanah = $W_2 - W_1$

B. Pengujian Kadar Air Tanah

A. Peralatan yang digunakan:

- Kontainer
- Alat tulis
- Timbangan
- Oven
- Desikator

B. Prosedur pengujian:

1. Siapkan 3 wadah kontainer, beri nama dan timbang beratnya masing masing.
2. Masukkan contoh tanah kedalam masing masing wadah *container* tadi, timbang, dan kemudian masukan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105 derajat celsius.
3. Sesudah itu, contoh tanah yang sudah kering dimasukan kedalam desikator kurang lebih 1 jam.
4. Contoh tanah yang sudah dingin ditimbang, didapat berat kering.

C. Persamaan Kadar Air (*Water Content*) :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Keterangan :

- W_w = berat tanah basah dan ring – berat wadah kontainer
 – berat kering

$$= W_2 - W_1 - W_s$$

$$w = \frac{W_2 - W_1 - W_s}{W_s} \times 100\%$$

D. Persamaan Angka Pori (Void Ratio) :

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{V}{W_s / (G_s \times \gamma_w)} - 1$$

$$e = \frac{V \times G_s \times \gamma_w}{W_s} - 1$$

E. Persamaan Porositas :

$$n = \frac{\text{volume pori}}{\text{volume total}} = \frac{V_v}{V} \times 100\%$$

$$n = \frac{e}{e + 1}$$

1.10.2 Prosedur Pengujian Distribusi Butiran

Untuk mendapatkan tekstur tanah, struktur tanah dan distribusi butiran dilakukan pengujian laboratorium berdasarkan ASTM D-1140 yaitu sebagai berikut ini.

A. Peralatan yang digunakan:

- Satu set ayakan (*sieve*), yang lengkap dengan saringan dengan urutan ukuran diameter lubang sesuai dengan standar yaitu no 4, 10, 20, 40, 80, 120, 200 dan pan
- Stopwatch
- Timbangan dengan ketelitian 0,01g
- Kuas
- Mesin pengayak (*sieve shaker*)
- Palu karet

B. Prosedur Pengujian:

1. Ayakan dibersihkan dengan menggunakan kuas kering, sehingga lubang lubang dari ayakan bersih dari butir butir yang menempel

2. Masing masing ayakan dan pan ditimbang beratnya.
 3. Kemudian ayakan tadi disusun menurut nomor ayakan (ukuran terbesar di atas)
 4. Ambil contoh tanah seberat 500 gram, lalu masukan ke dalam ayakan teratas dan kemudian ditutup.
 5. Susunan ayakan dikocok dengan bantuan sieve shaker selama kurang lebih 10 menit.
 6. Diamkan selama 3 menit agar debu debu mengendap.
 7. Masing masing ayakan dengan contoh tanah yang tertinggal ditimbang, diperoleh berat tanah tertahan.
- C. Perhitungan dan Pelaporan Hasil Uji
1. Hitung berat tanah yang tertahan oleh masing masing saringan
 2. Hitung jumlah berat tanah yang lolos saringan tersebut secara kumulatif
 3. Hitung persentase jumlah berat tanah yang lolos saringan tersebut terhadap total berat tanah
 4. Dari hasil-hasil percobaan tersebut digambarkan suatu grafik dalam suatu susunan koordinat semilog, yaitu di mana ukuran diameter butir sebagai absis dalam skala log dan % lebih halus sebagai ordinat dengan skala linier (biasa)
 5. Dari grafik di atas didapatkan koefisien keberagaman.
- D. Koefisien Keseragaman :

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Keterangan :

D_{60} = diameter kebersamaan (diameter sehubungan dengan 60% lebih halus)

D_{10} = diameter efektif (diameter sehubungan dengan 10% lebih halus)

E. Koefisien Kelengkungan :

$$Cu = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Keterangan :

D30 = diameter (diameter sehubungan dengan 30% lebih halus)

Berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*), ditentukan bahwa tanah yang bergradasi baik (*well graded*) adalah yang memenuhi :

- Untuk gravel :

$$Cu > 4 \text{ dan } 1 < Cc < 3$$

- Untuk pasir :

$$Cu > 6 \text{ dan } 1 < Cc < 3$$

Bila syarat di atas tidak terpenuhi, maka tanah tersebut bergradasi buruk (*poor graded*)

1.10.3 Prosedur Pengujian Permeabilitas

A. Peralatan yang digunakan:

- Alat Permeameter (lengkap)
- *Stop Watch*
- Gelas ukur (untuk wadah air dari *outflow*)
- Kertas pori

B. Persiapan Uji

1. Siapkan contoh tanah yang akan diuji.
2. Siapkan air untuk proses pengujian.
3. Cetak kertas pori sesuai ukuran batu pori agar batu pori tidak tersumbat oleh tanah
4. Lepaskan tutup chamber bagian atas dengan cara melepaskan ketiga mur knurled.
5. Angkat kedua batu pori dan pegas yang ada di dalam chamber.
6. Masukkan batu pori bagian bawah ke dalam chamber.
7. Masukkan kertas pori yang sudah dicetak di atas batu pori bagian bawah.

8. Tuangkan tanah yang akan diuji ke dalam chamber. Posisi tanah di atas kertas dan batu pori bagian bawah.
9. Padatkan lapisan tanah dengan alat pemadat sesuai dengan kepadatan yang diinginkan. Proses pemadatan dilakukan untuk setiap ketebalan ± 2 cm.
10. Masukkan kertas pori yang sudah dicetak di atas tanah uji.

C. Prosedur Uji *Constant Head*

1. Pasang corong (*funnel*) di atas *burette* (pipa ukur) dan sesuaikan ketinggiannya dengan meteran yang menempel di alat permeameter.
2. Tempatkan gelas ukur di saluran pembuangan (*outlet*) untuk mengumpulkan air yang keluar.
3. Buka klep outlet di bagian bawah *burette*.
4. Masukkan air ke dalam *burette* melalui *funnel*. Biarkan air mengalir keluar dari outlet sampai aliran air menjadi stabil.
5. Setelah aliran keluar stabil, tutup klep outlet di bagian bawah *burette*.
6. Ukur dan catat ketinggian air di dalam *burette*. Didapat nilai h .
7. Buka klep outlet di bagian bawah *burette*, bersamaan dengan meng-on-kan *Stop Watch* untuk perhitungan waktu (t).
8. Pastikan air yang dimasukkan tetap stabil (*constant*) pada ketinggian (h) yang sama dengan di awal pencatatan sampai akhir pencatatan nanti.
9. Biarkan air mengalir ke dalam gelas ukur untuk mendapatkan volume air yang keluar.
10. Setelah volume air terkumpul dan dirasa cukup, tutup klep outlet di bagian bawah *burette*, bersamaan dengan meng-off-kan stop watch.
11. Catat waktu (t) yang dibutuhkan untuk mendapatkan volume air yang terkumpul ke dalam gelas ukur.
12. Hitung dan catat volume air yang terkumpul di dalam gelas ukur tersebut (Q). • Lakukan perhitungan ke dalam rumus *Constant*

Head Permeability Test untuk mendapatkan nilai koefisien permeabilitasnya.

13. Ulangi langkah di atas tiga kali atau lebih, dan hitung rata-rata nilai koefisien permeabilitasnya.

D. Prosedur Perhitungan Hasil Uji

Rumus yang digunakan :

$$k = \frac{QL}{Aht}$$

k = koefisien permeabilitas

Q = volume air yang terkumpul L = panjang/tinggi sampel (tanah uji)

A = luas area *chamber*

h = beda tinggi antara tinggi air di dalam *burette* dalam keadaan *constant* dengan *chamber outflow level* (pipa saluran pembuang).

t = waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan volume Q

1.10.4 Prosedur Pengujian Laju Infiltrasi dan Kapasitas Infiltrasi

Untuk mendapatkan nilai laju dan kapasitas infiltrasi dilakukan pengujian lapangan menggunakan *double ring infiltrometer* sesuai dengan ketentuan dalam SNI 7752-2012 yaitu sebagai berikut ini.

A. Peralatan yang digunakan

- Dua buah cincin silinder infiltrometer dengan tinggi 500mm, diameter cincin dalam 300mm dan diameter cincin luar antara 450mm sampai dengan 600mm, terbuat dari besi baja atau logam campuran setebal 3mm dengan ujung bawah diruncingkan
- Penampang cincin infiltrometer
- Piringan tutup penahan pukulan
- Alat pemukul berupa palu
- Alat pengontrol dan acuan tinggi muka air
- Mistar logam atau plastic
- Gelas ukur
- Penahan percikan

- Wadah persediaan air
- Sumber air
- Pengukur waktu
- Buku catatan dan formulir pengukuran
- Sekop atau linggis

B. Prosedur Pengukuran

1. Tentukan rencana titik pengukuran
2. Letakkan salah satu cincin dengan ujung runcing di bagian bawah dan pastikan penampang cincin pada level datar
3. Pasang piringan tutup di atas cincin dan pastikan tepat di pusat cincin. Pukul cincin dengan martil sampai kedalaman tertentu sehingga dapat mencegah kebocoran air ke luar cincin. Kedalaman sekitar 15 cm umumnya dianggap cukup atau sampai air tidak dapat bocor.
4. Letakkan cincin silinder lainnya secara tepat pada pusat yang sama dengan cincin pertama.
5. Pasang jarum berujung runcing sebagai penanda mula air yang dapat terlihat
6. Jarum penanda dipasang untuk memastikan agar tebal air di dalam cincin dalam dan cincin luar memiliki ketinggian yang sama
7. Masukkan air ke dalam cincin dalam dan luar pada ketinggian yang sama.
8. Memulai pengukuran pada $t=0$
9. Pengukuran ketinggian dilakukan pada setiap selang waktu tertentu, Umumnya 1 menit pada 10 menit pertama, 2 menit pada 10-30 menit, 5 menit pada menit ke 30 -60 dan selanjutnya setiap 15 menit sampai memperoleh laju yang konstan.
10. Setiap dilakukan pengukuran penurunan ketinggian, dilakukan penambahan volume air agar air tetap pada ketinggian yang sama seperti di awal. Volume air yang ditambahkan harus diukur dan dicatat.
11. Pengukuran laju infiltrasi diukur melalui 2 metode yaitu melalui penambahan volume air dan melalui penurunan muka air.

$$f = \left[\frac{\Delta V_c}{A_c \times \Delta t} \right] \times 60$$

Dengan :

f adalah laju infiltrasi (cm/jam)

ΔV_c adalah volume air yang ditambahkan (cm³)

A_c adalah luas bidang cincin dalam atau bidang antar cincin (cm²)

Δt adalah selang waktu pengukuran (menit)

$$f = \left[\frac{\Delta h_c}{\Delta t} \right] \times 60$$

Dengan :

f adalah laju infiltrasi (cm/jam)

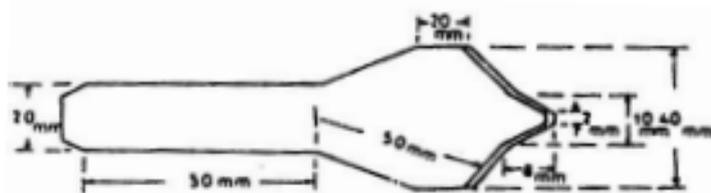
Δh_c adalah perubahan tinggi muka air (cm)

Δt adalah selang waktu pengukuran (menit)

1.10.5 Prosedur Pengujian Batas Cair

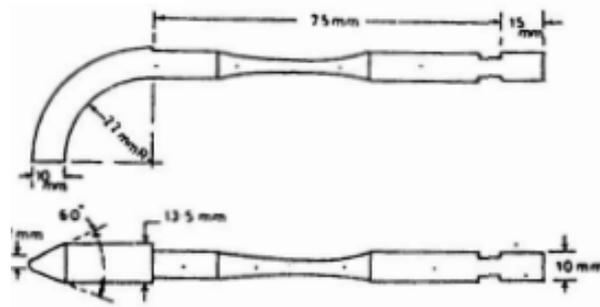
A. Peralatan yang digunakan:

- Pelat kaca, dan pisau dempul
- Timbangan dengan ketelitian 0,01 g
- Kontainer sebanyak 5 buah
- Alat *Cassagrande* dengan pisau pemotong
- Cawan porselin
- Oven dan desikator
- Aquades
- Spatula



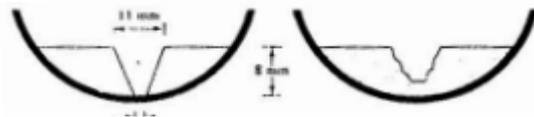
Gambar 1.8 *Grooving Tool* Tipe A

(Sumber : Modul Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Pendidikan Indonesia)



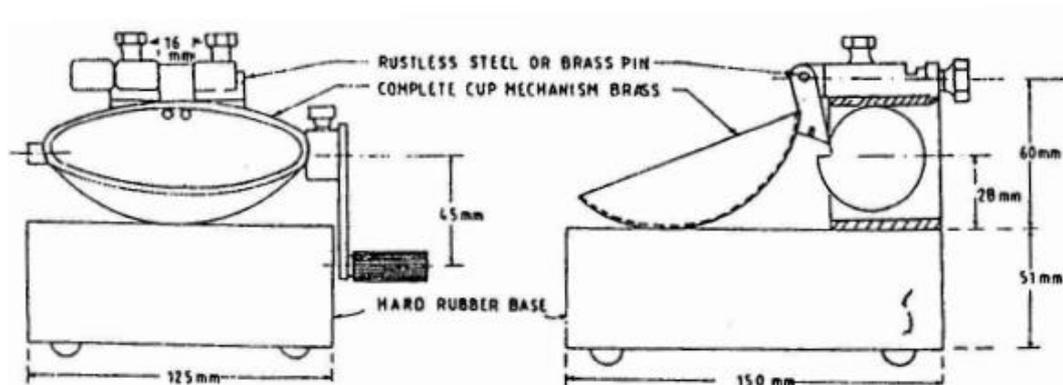
Gambar 1.9 Grooving Tool Tipe B

(Sumber : Modul Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Pendidikan Indonesia)



Gambar 1.10 Kondisi contoh tanah sebelum dan sesudah diuji

(Sumber : Modul Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Pendidikan Indonesia)



Gambar 1.11 Alat Cassagrande

(Sumber : Modul Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Pendidikan Indonesia)

B. Persiapan Uji

Tanah yang akan diuji harus disaring dengan ayakan No.40. Siapkan contoh tanah sebanyak 200 – 250 gr.

C. Prosedur Uji *Constant Head*

1. Contoh tanah diambil secukupnya, ditaruh dalam cawan porselin dan ditumbuk dengan penumbuk karet, diberi aquades dan diaduk sampai homogen.
2. Pindahkan tanah tersebut ke atas plat kaca dan diaduk sampai homogen dengan pisau dempul, bagian yang kasar dibuang.
3. Ambil sebagian dari contoh tanah, dan dimasukkan dalam alat *Cassagrande*, retakan permukaannya dengan pisau. Contoh tanah dalam mangkok *Cassagrande* dipotong dengan *Grooving Tool* dengan posisi tegak lurus, sehingga didapat jalur tengah.
4. Alat *Cassagrande* diputar dengan kecepatan konstan 2 putaran/detik. Mangkok akan terangkat dan jatuh dengan ketinggian 10 mm.
5. Percobaan dihentikan jika bagian yang terpotong sudah merapat, dan dicatat banyaknya ketukan, biasanya harus berkisar antara 10-100 ketukan.
6. Tanah pada bagian yang merapat diambil dan dimasukkan ke dalam oven, ditempatkan dalam *container* yang telah ditimbang beratnya. Sebelum dimasukkan ke dalam oven tanah *container* ditimbang.
7. Setelah dioven selama 24 jam pada temperatur 105 – 100 C, baru dimasukkan dalam desikator selama kurang lebih 1 jam untuk mencegah penyerapan uap air dari udara.
8. Percobaan di atas dilakukan 5 kali
9. Segera dilakukan penimbangan sesudah keluar dari desikator.
10. Setelah kadar air didapat, dibuat grafik hubungan antara kadar air dengan jumlah ketukan dalam kertas skala semi-log. Grafik ini secara teoritis merupakan garis lurus.
11. Kadar air Dimana jumlah ketukan 25 kali disebut batas cair. Batas cair ini diulangi dengan tanah yang telah dimasukkan dalam oven, tanah tersebut ditambahkan dalam oven, tanah tersebut ditambahkan aquades secukupnya, prosedur selanjutnya sama dengan di atas, dan batas cair yang didapatkan disebut w oven.

1.10.6 Prosedur Pengujian Batas Plastis

A. Peralatan yang digunakan:

- Pelat kaca
- Timbangan dengan ketelitian 0,01g
- Kontainer
- Mangkok porselin
- Stikmaat/jangka sorong
- Oven dan desikator

B. Persiapan Uji

Tanah yang akan diuji harus disaring dengan ayakan No.40. Siapkan contoh tanah sebanyak 200 – 250 gr.

C. Prosedur Uji *Constant Head*

1. Masukkan contoh tanah dalam mangkok, diremas-remas sampai lembut, ditambahkan aquades sedikit dan diaduk sampai homogen.
2. Letakkan contoh tanah adukan itu di atas pelat kaca dan digulung gulung dengan telapak tangan sampai diameternya kira kira 1/8 inch (3mm). Akan dijumpai 3 keadaan :
 - Gulungan terlalu basah sehingga dengan diameter 1/8 inch tanah belum retak.
 - Gulungan terlalu kering sehingga sewaktu diameter belum mencapai 1/8 inch, gulungan tanah sudah mulai retak.
 - Gulungan dengan kadar air tepat, yaitu gulungan mulai retak sewaktu mencapai diameter 1/8 inch.
3. Timbang kontainer sebanyak 3 buah.
4. Gulungan tanah tersebut dimasukkan ke dalam kontainer, tiap kontainer berisi 5 buah gulungan, dengan berat masing-masing minimum 5 gr. Ketika kontainer yang berisi gulungan tanah tersebut dimasukkan dalam oven kurang lebih 24 jam pada suhu 105-110 derajat *celcius*.
5. Setelah dioven lalu dimasukan ke dalam desikator selama kurang lebih 1 jam, lalu ditimbang.

6. Harga rata rata kadar air dari percobaan di atas adalah batas plastisnya.

7.

1.11 Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan dilakukan mulai dari bulan April 2024 dan diharapkan selesai pada bulan Agustus 2024. Berikut adalah jadwal penelitian yang telah disusun oleh penulis.

Tabel 1-2 Waktu Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Bulan				
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Persiapan					
2	Pengujian Tanah					
3	Pengujian Infiltrasi					
4	Analisis Data					
5	Evaluasi dan Penyelesaian					
6	Penyusunan Tugas Akhir					