

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air tanah merupakan air yang ada di dalam lapisan tanah atau di bawah permukaan tanah. Air tanah termasuk dalam fase hidrologi yaitu fase yang selalu berulang dari urutan tahap yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer, penguapan dari darat maupun, pengembunan, pencurahan, pelonggokan dalam tanah dan penguapan kembali (Kamus Hidrologi, 1987). Air merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup utamanya bagi tanaman. Ketersediaan air untuk kebutuhan hidup sangat bervariasi, kondisi ini dipengaruhi oleh musim, lokasi sumber air dan usaha-usaha perlindungan air lainnya. Sumber air salah satunya berasal dari hujan. Air hujan yang jatuh sebagian masuk ke dalam tanah sedangkan sisanya menjadi aliran permukaan (Penhen et al., 2022).

Infiltrasi adalah proses aliran air masuk ke dalam tanah yang umumnya berasal dari curah hujan, sedangkan laju infiltrasi merupakan jumlah air yang masuk ke dalam tanah per satuan waktu. Proses ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi yang dapat mempengaruhi jumlah air yang terdapat di permukaan tanah, dimana air yang terdapat di permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah kemudian mengalir ke sungai. Air yang di permukaan tanah tidak semuanya mengalir ke dalam tanah, melainkan ada sebagian air yang tetap tinggal di lapisan tanah bagian atas (top soil) untuk kemudian diuapkan kembali ke atmosfer melalui permukaan tanah atau *soil evaporation* (Widiasmadi, 2019).

Infiltrasi adalah proses hidrologi yang berpengaruh penting terhadap pengendalian erosi dan limpasan (Lozano-Baez et al., 2019). Menurut Maro'ah (2011), infiltrasi berfungsi untuk menghubungkan antara intensitas hujan, karakteristik dan kondisi permukaan tanah. Secara teoritis laju infiltrasi ditentukan dari perbandingan antara intensitas hujan dan kapasitas infiltrasi. Intensitas hujan yang tinggi dan kapasitas infiltrasi yang cenderung rendah menghasilkan limpasan dan sebaliknya (Penhen et al., 2022).

Terdapat dua parameter penting berkaitan dengan infiltrasi yaitu laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi berkaitan dengan banyaknya air per satuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah. Sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju maksimum air dapat masuk ke dalam tanah pada suatu saat. Kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam (David et al., 2016).

Sifat fisik tanah adalah sifat-sifat tanah yang berhubungan dengan kesuburan tanah dan memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, sehingga sifat fisik tanah dapat dijadikan sebagai indikator terjadinya degradasi tanah pada lahan kering. Sifat fisik tanah diantaranya seperti kadar air yang merupakan kandungan air di dalam tanah (Asril et al., 2022). Tekstur tanah merupakan perbandingan kandungan fraksi pasir, debu, dan lempung pada suatu massa tanah. Fraksi ini mengacu pada kisaran ukuran partikel tanah. Porositas tanah merupakan kemampuan tanah untuk meloloskan air berlebih sehingga tanah tidak jenuh air, dan udara dapat masuk ke dalam tanah dengan leluasa (Hasibuan & Darfia, 2021).

Tingkat laju infiltrasi dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, namun salah satu yang paling berpengaruh adalah sifat fisik tanah diantaranya porositas tanah dan tekstur tanah. Departemen USDA (United States Department of Agriculture), memaparkan bahwa salah satu faktor pengaruh yang erat kaitannya dengan laju infiltrasi adalah tekstur tanah (komposisi tanah pasir, lempung dan lanau). Tekstur tanah mempengaruhi seluruh proses laju infiltrasi (Sonora et al., 2022). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Ardiansyah et al., 2019) yang menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh kandungan pasir, kadar air, porositas secara simultan terhadap laju infiltrasi sebesar 78,1 %, sedangkan sisanya sebesar 21,9 % dipengaruhi oleh variabel-variabel lain.

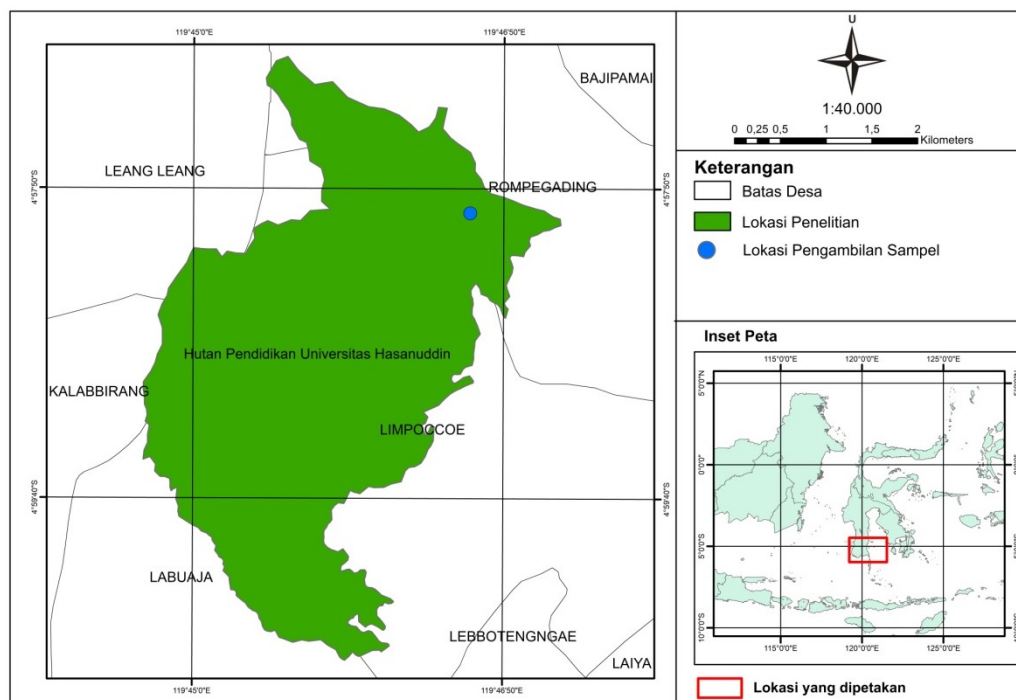
Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin merupakan kawasan hutan yang terletak di Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.619/MENLHK-PKTL/KUH/PLA.2/2/2017 tentang Penetapan Kawasan Hutan Lindung dan Kawasan Hutan Produksi Tetap pada kelompok Hutan Camba Register 4 sebagai Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) untuk Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin. Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus yang selanjutnya disingkat KHDTK adalah kawasan hutan yang secara khusus diperuntukkan untuk kepentingan penelitian dan pengembangan kehutanan, pendidikan dan pelatihan kehutanan serta religi dan budaya. Pengelolaan KHDTK adalah sistem pengelolaan hutan lestari, komprehensif, mandiri dan terpadu yang melibatkan berbagai disiplin keilmuan untuk tujuan penelitian dan pengembangan kehutanan, pendidikan dan pelatihan kehutanan, serta religi dan budaya.

Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin memiliki banyak sumber daya hutan salah satunya tegakan pinang. Tanaman pinang biasanya digunakan oleh masyarakat sebagai pembatas lahan atau kebun. Pemanfaatan biji pinang secara tradisional telah berlangsung sejak lama dan semakin berkembangnya zaman biji pinang sudah dijadikan sebagai bahan obat-obatan dalam bidang farmasi. Tanaman pinang memiliki akar serabut, bentuknya mirip dengan akar kelapa. Perakaran serabut pada tanaman pinang memungkinkan penyerapan air pada lapisan tanah lebih luas dikarenakan struktur akarnya yang menyebar. Selain itu akar tumbuhan juga memiliki peran penting dalam pencegahan erosi dan menjaga struktur tanah. Berdasarkan uraian diatas serta masih terbatasnya informasi menjadi alasan dilakukannya penelitian terkait laju infiltrasi pada tegakan pinang di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin agar hasilnya dapat dijadikan acuan untuk memanfaatkan tanaman pinang sebagai alternatif dalam meningkatkan ketersediaan air yang bisa bermanfaat bagi masyarakat serta menganalisis sifat fisik tanah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi dan pertumbuhan tanaman maka dari itu diharapkan penelitian ini dapat menjadi pengetahuan untuk meningkatkan produktivitas pinang agar dapat bermanfaat bagi masyarakat di sekitar hutan yang bergantung terhadap hasil hutan. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui laju infiltrasi air dan menganalisis sifat fisik tanah pada tegakan pinang di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober tahun 2024. Lokasi penelitian ini terletak di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin yang terletak di Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Kemudian dilanjutkan penelitian sifat fisik tanah dan analisis data lapangan di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, tepatnya di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon. Berikut peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. *Receiver GPS (Global Positioning System)* digunakan untuk mengambil titik koordinat lokasi penelitian.
2. *Double ring infiltrometer* digunakan untuk mengukur laju infiltrasi.
3. Ember/jerigen digunakan sebagai wadah untuk menyimpan air yang dibutuhkan dalam pengukuran infiltrasi.
4. Alat tulis menulis digunakan untuk mencatat hasil pengukuran.

5. Cangkul/linggis digunakan sebagai alat untuk mengambil sampel tanah yang akan diuji dalam laboratorium.
6. *Ring* sampel/tabung silinder digunakan untuk mengambil sampel tanah di lapangan.
7. Plastik sampel digunakan untuk menyimpan sampel tanah.
8. Papan kayu digunakan sebagai alat penekan *ring* sampel tanah.
9. Palu/pemukul digunakan untuk memukul papan kayu.
10. Timbangan digital digunakan untuk menimbang sampel tanah.
11. Pipa paralon digunakan untuk mengukur permeabilitas tanah.
12. Gelas ukur digunakan untuk menyimpan larutan tanah.
13. Oven digunakan untuk mengeringkan sampel tanah.
14. *Hydrometer* digunakan untuk mengukur butir tanah.
15. *Termometer* digunakan untuk mengukur suhu tanah.
16. Ayakan digunakan untuk mengayak tanah dan memisahkan kandungan pasir.
17. Labu *erlenmeyer* digunakan untuk menyimpan zat cair pada proses titrasi.
18. *Mixer* digunakan untuk mengaduk tanah.
19. Pipet tetes digunakan untuk memindahkan zat cair.
20. Buret digunakan dalam proses titrasi untuk mengetahui kandungan bahan organik tanah.
21. Gelas kimia digunakan sebagai wadah larutan tanah.
22. Mortar dan alu digunakan untuk menghaluskan tanah.
23. Laptop digunakan untuk mengolah data dan mengoperasikan *Arcgis*.
24. Kamera digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan.

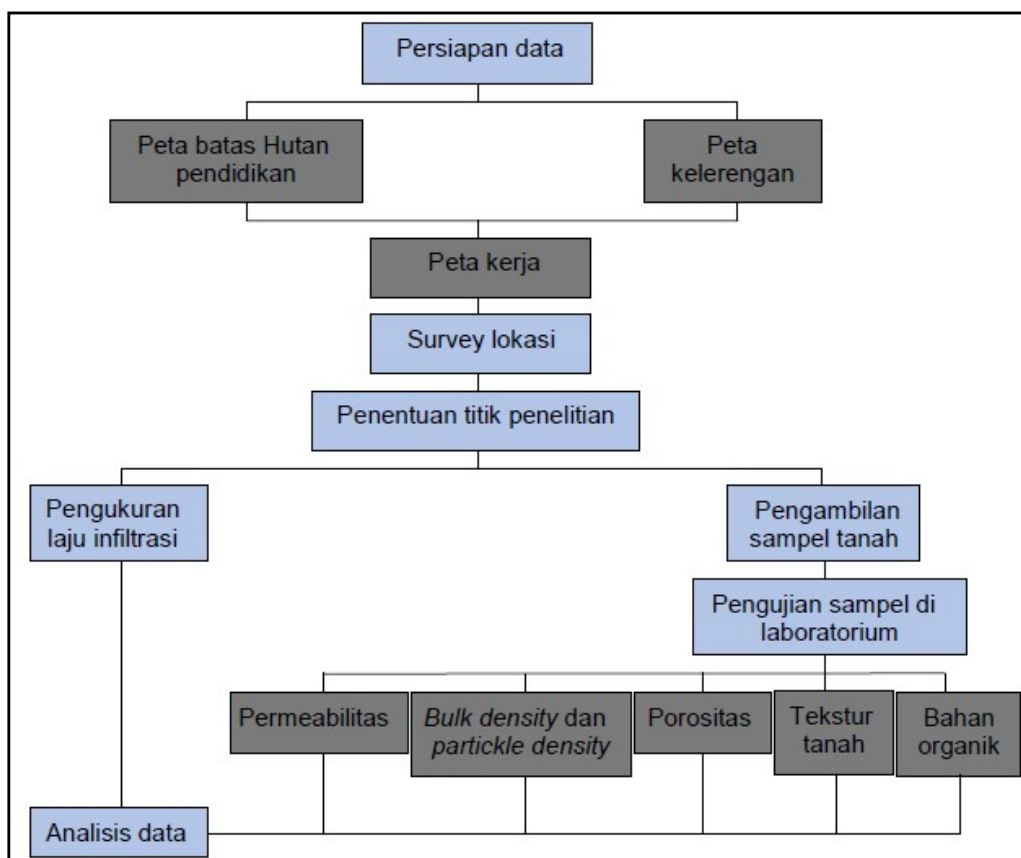
2.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Tanah digunakan sebagai objek atau sampel penelitian.
2. Air digunakan dalam penelitian infiltrasi.
3. Kertas label digunakan untuk menandai sampel tanah.
4. *Tally sheet* digunakan sebagai catatan hasil pengukuran.
5. Kain kasa digunakan sebagai penutup wadah gelas kimia dalam pengukuran permeabilitas.
6. *Aquades* digunakan sebagai bahan campuran larutan tanah dalam penentuan bahan organik dan tekstur tanah.
7. Kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dan Asam sulfat (H_2SO_4) digunakan sebagai bahan larutan dalam penentuan bahan organik.

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan menyiapkan data sekunder terlebih dahulu berupa peta kemiringan lereng lokasi penelitian untuk kemudian dijadikan acuan pengambilan data di lapangan. Alur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Alur prosedur penelitian

2.3.1. Penyiapan Data

Penyiapan data dimulai dengan menyiapkan data berupa peta batas hutan pendidikan dan data demnas untuk membuat peta kemiringan lereng. Kedua peta tersebut kemudian akan dijadikan sebagai peta kerja untuk acuan dalam melakukan survei lokasi penelitian dan menentukan titik penelitian atau titik pengambilan data. Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan cara mengambil data laju infiltrasi pada setiap titik penelitian yang telah ditentukan. Pengambilan sampel tanah juga dilakukan di titik yang sama yang selanjutnya akan dilakukan pengujian sampel di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon.

1. Peta kemiringan lereng

Peta ini dibuat menggunakan aplikasi *Arcgis*. Adapun data yang diperlukan untuk membuat peta tersebut yaitu data demnas dan peta batas Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin. Hasil petanya kemudian diklasifikasikan dalam bentuk kelas kemiringan lereng berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 837/Kpts/Um/11/1980 yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Kelas kemiringan lereng

Kemiringan Lereng (%)	Kelas (kategori)
0-8	Datar
8-15	Landai
15-25	Agak curam
25-45	Curam
>45	Sangat curam

Sumber : Menteri Pertanian Nomor 837/Kpts/Um/11/1980

2. Data Kerapatan Kanopi Vegetasi

Data ini diperoleh dengan menggunakan *software ImageJ*. Adapun tata caranya yaitu dengan memasukkan foto kanopi tegakan pinang yang telah diambil di lapangan. Hasil fotonya kemudian dipisahkan antara piksel langit dan piksel kanopi dengan nilai *value* yang berbeda. *ImageJ* dapat menganalisis berapa persen tutupan kanopi vegetasi melalui pembagian antara jumlah piksel kanopi dengan jumlah piksel keseluruhan gambar dan dikali 100%.

2.3.2. Pengukuran Infiltrasi

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan dengan menggunakan alat *Double ring infiltrometer*. *Double ring infiltrometer* adalah sebuah alat pengukur infiltrasi yang berbentuk dua lapis *ring* yaitu *ring* bagian dalam dan *ring* bagian luar adapun *ring* bagian dalamnya umumnya berdiameter 10-20 cm, sedangkan *ring* bagian luarnya (*ring* penyangga) berdiameter 50 cm. Langkah-langkah pengambilan data di lapangan dilakukan dengan cara seperti berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan terlebih dahulu.
2. Kemudian mengukur kelembaban tanah menggunakan alat *Soil PH & Moisture Tester*.
3. Alat *Double ring infiltrometer* ditancapkan ke tanah kemudian ditekan secara perlahan hingga alat masuk ke dalam tanah sesuai batas besi yang ada pada pinggiran alat.
4. Setelah itu mengisi air pada *ring* bagian dalam dan *ring* bagian luar, fungsi pengisian air di kedua *ring* tersebut adalah agar air tidak menyebar dan penurunan airnya dapat berlangsung secara vertikal.
5. Mengatur *stopwatch* selama 15 menit.
6. Melakukan pengamatan penurunan air pada alat selama selang waktu 15 menit.
7. Mencatat hasil pengukuran pada *tally sheet*.
8. Dokumentasikan kegiatan menggunakan kamera.
9. Melakukan pengukuran sebanyak tiga kali pengulangan di setiap titik.

2.3.3. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah juga di lapangan dilakukan menggunakan *ring* sampel tanah yang berbentuk silinder. Pengambilan sampel tanah terdiri dari dua jenis yaitu sampel tanah terganggu dan sampel tanah tidak terganggu. Langkah-langkah pengambilan data di lapangan dilakukan dengan cara seperti berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan terlebih dahulu.
2. Membersihkan serasah dan batu-batuan pada titik pengambilan sampel tanah.
3. Mengambil sampel tanah tidak terganggu dengan menancapkan *ring* sampel pertama pada tanah.
4. *Ring* sampel kedua diletakkan di atas *ring* sampel pertama kemudian ditutup menggunakan papan kayu dan dipukul menggunakan palu agar papan dapat menekan *ring* masuk ke dalam tanah.
5. Memukul *ring* hingga $\frac{1}{2}$ ring sampel kedua tenggelam ke dalam tanah.
6. Mencabut *ring* sampel dengan menggali tanah di sekeliling *ring* sampel agar memudahkan dalam pencabutan.
7. Setelah itu, pisahkan *ring* sampel pertama dan kedua dengan cara memotong di antara kedua *ring* tersebut.
8. Sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel.
9. Pengambilan sampel tanah terganggu dilakukan dengan cara mengambil bongkahan tanah dan dimasukkan ke dalam plastik sampel.
10. Sampel kemudian diberikan label sebagai tanda titik pengambilan data.

2.4. Analisis Data

Hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan dan sampel tanah yang telah diuji di laboratorium kemudian dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut.

2.4.1. Analisis Data Laju infiltrasi

Laju infiltrasi adalah total air yang masuk ke dalam tanah dalam periode waktu yang spesifik, atau biasa diartikan jumlah air yang masuk ke dalam tanah per satuan waktu. Rumus untuk menghitung laju infiltrasi adalah sebagai berikut (David et al., 2016) :

$$f = \frac{\Delta h}{t} \times 60 \quad (1)$$

Dengan :

f : Laju Infiltrasi (mm/jam)

Δh : Selisih angka pada alat *infiltrometer* (mm)

t : Waktu yang dibutuhkan air untuk masuk ke dalam tanah (menit)

Laju infiltrasi dapat diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi menurut *U.S Soil Conservation* yang terdapat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2. Klasifikasi laju infiltrasi menurut *U.S Soil Conservation*

Klasifikasi	Laju Infiltrasi Konstan (mm/jam)
Sangat lambat	<1
Lambat	1-5
Agak lambat	5-20
Sedang	20-63
Agak cepat	63-127
Cepat	127-254
Sangat cepat	>254

Sumber : *U.S Soil Conservation*

2.4.2. Analisis Data Sifat Fisik Tanah

a. Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan antara fraksi pasir, debu, dan liat. Data tersebut diperoleh dengan cara melakukan pengujian sampel tanah di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon. Prosedur pengujian tekstur tanah sebagai berikut :

1. Ayak tanah yang telah dihaluskan menggunakan saringan 2 mm untuk menghilangkan bahan organik besar, kerikil, dan partikel kasar lainnya.
2. Masukkan sampel tanah ke dalam *beaker glass*.
3. Tambahkan 100 mL larutan dispersan (misalnya Natrium Heksametaphosfat 5%).
4. Tambahkan air suling secukupnya.
5. Aduk larutan dengan pengaduk mekanis selama 5–10 menit untuk memastikan partikel tanah terdispersi dengan baik.
6. Tuang suspensi tanah ke dalam gelas ukur.
7. Tambahkan air suling hingga mencapai volume 500 mL.
8. Tutup silinder dan kocok kuat-kuat selama 1 menit untuk homogenisasi.
9. Letakkan silinder pada tempat yang stabil dan diamkan selama 40 detik.
10. Masukkan hidrometer dengan hati-hati dan catat angka skala hidrometer (H_1).
11. Ukur juga suhu suspensi dengan termometer (T_1).
12. Diamkan larutan selama 2 jam, lalu ulangi pengukuran hidrometer (H_2) dan suhu (T_2).
13. Ambil endapan tanah pada gelas ukur dan simpan di dalam wadah.
14. Keringkan tanah di dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam.
15. Timbang tanah yang sudah dikeringkan dan catat hasilnya.
16. Hasil pengujiannya kemudian dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut (Sanjaya, 2022) :

$$\% \text{ Liat} = \frac{\text{Berat liat}}{\text{BDL} + \text{Berat pasir}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\% \text{ Debu} = \frac{\text{Berat debu}}{\text{BDL} + \text{Berat pasir}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\% \text{ Pasir} = \frac{\text{Berat pasir}}{\text{BDL} + \text{Berat pasir}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Dengan BDL} = \frac{H1 + 0,3 \times (T1 - 19,8)}{2} - 0,5 \quad (5)$$

$$\text{BL} = \frac{H2 + 0,3 \times (T2 - 19,8)}{2} - 0,5 \quad (6)$$

Dengan :

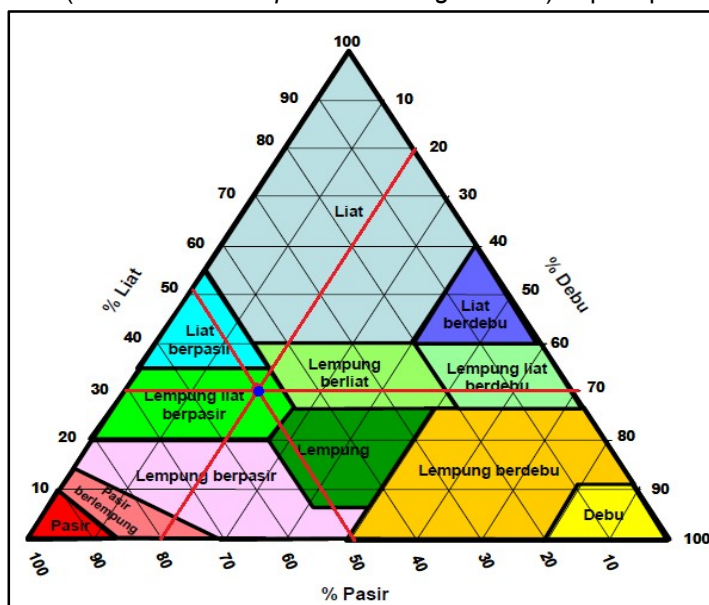
BDL : Berat Debu Liat (g)

BL : Berat Liat (g)

H1 dan H2 : Pengukuran suspensi dengan *hydrometer*

T1 dan T2 : Pengukuran suspensi dengan *termometer*

Penentuan kelas tekstur tanah dapat diperoleh dengan menggunakan segitiga tekstur dari USDA (*United States Department of Agriculture*) seperti pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Segitiga tekstur tanah

b. Berat Volume Tanah (BD) dan Berat Partikel Tanah (PD)

Berat Volume Tanah (BD) dan Berat Partikel Tanah (PD) diperoleh dengan cara melakukan pengujian tanah di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Pengujian dilakukan dengan cara mengoven sampel tanah selama 24 jam dengan suhu 105°C. Setelah itu sampel tanah ditimbang untuk mendapatkan data berat kering tanah. Kemudian dilakukan pengukuran diameter dan tinggi *ring* untuk mendapatkan data volume *ring* sampel. Rumus untuk mendapatkan BD/PD sebagai berikut (Sanjaya, 2022) :

$$\text{Bulk Density (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat Kering Tanah}}{\text{Volume ring}} \quad (7)$$

$$\text{Volume ring} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \quad (8)$$

Dengan :

- π : 3,14
 d : Diameter *ring* sampel (cm)
 t : Tinggi *ring* sampel (cm)

c. Porositas Tanah

Porositas tanah adalah kemampuan tanah untuk meloloskan air berlebih sehingga tanah tidak jenuh air, sehingga udara dapat masuk ke dalam tanah. Porositas tanah dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut (Sanjaya, 2022) :

$$\text{Porositas (\%)} = 1 - \frac{BD}{PD} \times 100\% \quad (9)$$

Dengan :

- BD : Bulk Density (g/cm^3)
 PD : Particle Density = $2,65 \text{ g/cm}^3$

d. Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah diukur dengan cara melakukan perendaman pada sampel tanah selama 24 jam. Sampel kemudian diukur menggunakan alat berupa pipa paralon yang diisi dengan air. Setelah itu diamati berapa ml air yang menetes melewati/menembus tanah. Rumus untuk mendapatkan permeabilitas tanah sebagai berikut (Sanjaya, 2022) :

$$\text{Permeabilitas (cm/jam)} = \frac{x}{\text{Volume ring}} \quad (10)$$

$$x = \frac{\text{volume tiap lapisan}}{0,25} \quad (11)$$

e. Bahan Organik

Kandungan bahan organik tanah dapat diperoleh dengan melakukan titrasi di laboratorium dengan cara sebagai berikut :

1. Timbang sekitar 0,5 g tanah kering dalam Erlenmeyer.
2. Tambahkan 10 mL larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
3. Tambahkan H_2SO_4 pekat, kocok perlahan, lalu diamkan selama 30 menit.
4. Tambahkan larutan FeSO_4 secara bertahap hingga warna berubah dari oranye menjadi hijau atau biru kehijauan.
5. Catat volume FeSO_4 yang digunakan.
6. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut (Sanjaya, 2022) :

$$\%C = \frac{(B-T) \times 0,2 \times 3 \times 1,33}{\text{Berat sampel tanah}} \times 100\% \quad (12)$$

$$\text{Bahan organik} = \%C \times 1,724 \quad (13)$$

Dengan :

- C : Karbon
 0,2 : Normalitas
 1,33 : Faktor koreksi
 B : Volume blanko (ml)
 3 : Berat equivalent
 T : Volume titran Fe^{++} (ml)