

**MODEL INFILTRASI PADA BERBAGAI TUTUPAN
VEGETASI DI UNIVERSITAS HASANUDDIN, KECAMATAN
TAMALANREA MAKASSAR**

**BIRGITA MERISI
G041191048**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**MODEL INFILTRASI PADA BERBAGAI TUTUPAN
VEGETASI DI UNIVERSITAS HASANUDDIN, KECAMATAN
TAMALANREA MAKASSAR**

**BIRGITA MERSI
G041191048**



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL INFILTRASI PADA BERBAGAI TUTUPAN
VEGETASI DI UNIVERSITAS HASANUDDIN, KECAMATAN
TAMALANREA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh


**BIRGITA MERSI
G041191048**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 05 Juni 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,


Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, M.P.
NIP. 19681007 199303 2 002


Dr. Abdul Azis, S.T.P., M.Si.
NIP. 19821209 201212 1 004

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian


Diyah Yumcina, S.T.P., M.Agr., Ph.D.
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Birgita Mersi
NIM : G041191048
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Model Infiltrasi pada Berbagai Tutupan Vegetasi di Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea Makassar adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 12 Juni 2023

Yang Menyatakan



Birgita Mersi

ABSTRAK

Birgita Mersi (G041191048). Model Infiltrasi pada Berbagai Tutupan Vegetasi di Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea Makassar. Pembimbing: SITTI NUR FARIDAH dan ABDUL AZIS.

Infiltrasi merupakan bagian dari siklus hidrologi yang mempengaruhi kandungan air tanah dan limpasan permukaan. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh vegetasi serta sifat fisik dan kimia tanah. Laju infiltrasi terbesar terjadi pada awal hujan, sedangkan limpasan permukaan terjadi ketika curah hujan lebih tinggi dari laju infiltrasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model laju infiltrasi yang sesuai pada berbagai jenis vegetasi di Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea seperti jati, mahoni dan trembesi serta mengetahui pengaruh kadar air tanah awal serta sifat fisik dan kimia tanah terhadap laju infiltrasi. Pengukuran laju infiltrasi menggunakan *double ring infiltrometer* pada tutupan vegetasi sejenis dan dominan di Universitas Hasanuddin seperti jati, mahoni dan trembesi. Adapun pengujian sifat fisik dan kimia tanah meliputi tekstur, *bulk density*, partikel *density*, porositas, permeabilitas dan kandungan bahan organik tanah serta pengukuran kadar air tanah menggunakan *soil moisture meter* sebelum pengukuran laju infiltrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tutupan vegetasi trembesi memiliki laju infiltrasi rata-rata tertinggi yaitu 78,9 mm/jam yang tergolong laju infiltrasi agak cepat dengan tekstur tanah liat, *bulk density* 1,15 g/cm³, permeabilitas 0,97 cm/jam dan kadar air tanah awal 14%. Berdasarkan uji validasi R², NSE, PBIAS dan RSR maka model Philip adalah model yang sesuai diterapkan pada lokasi studi dengan klasifikasi sangat baik. Model laju infiltrasi pada tutupan vegetasi yaitu pada jati $f = \frac{1}{2} \times 8,4416 \times t^{-0,5} + 0,6521$, mahoni $f = \frac{1}{2} \times 2,5458 \times t^{-0,5} + 0,0796$ dan trembesi $f = \frac{1}{2} \times 7,6904 \times t^{-0,5} + 2,9391$.

Kata Kunci: Laju Infiltrasi, Model Infiltrasi, Sifat Fisik Tanah, Tutupan Vegetasi.

ABSTRACT

Birgita Mersi (G041191048). *Infiltration Model on Various Vegetation Covers in Hasanuddin University, Tamalanrea District Makassar. Supervisors: SITTI NUR FARIDAH and ABDUL AZIS*

Infiltration is part of the hydrologic cycle that affects soil water content and surface runoff. Infiltration rates are influenced by vegetation and soil physical and chemical properties. The greatest infiltration rate occurs at the beginning of rainfall, while surface runoff occurs when rainfall is higher than the infiltration rate. The purpose of this study to determine the infiltration model in various types of vegetation at Hasanuddin University, Tamalanrea District, such as teak, mahogany and trembesi and to determine the effect of initial soil moisture content and soil physical and chemical properties on infiltration rates. Measurement of infiltration rate using double ring infiltrometer on similar and dominant vegetation cover at Hasanuddin University such as teak, mahogany and trembesi. The testing of soil physical and chemical properties includes texture, bulk density, particle density, porosity, permeability, and soil organic matter content as well as measurement of soil water content using a soil moisture meter before infiltration rate measurement. The results showed that trembesi vegetation cover had the highest average infiltration rate of 78.9 mm/hour which is classified as a rather fast infiltration rate with clay texture, bulk density of 1.15 g/cm³, permeability of 0.97 cm/hour and initial soil water content of 14%. Based on the validation test of R², NSE, PBIAS, and RSR, Philip's model is a more suitable model applied at the study site with a very good classifications. The infiltration rate model on vegetation cover is for teak $f = \frac{1}{2} \times 8.4416 \times t^{0.5} + 0.6521$, mahogany $f = \frac{1}{2} \times 2.5458 \times t^{0.5} + 0.0796$ and trembesi $f = \frac{1}{2} \times 7.6904 \times t^{0.5} + 2.9391$.

Keywords: *Infiltration Rate, Infiltration Models, Soil Physical Properties, Vegetation Cover.*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda **Obed Nego Bunga** dan Ibunda **Yuliana Duma'** serta kakak dan adik penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang dan selalu mendoakan penulis serta memberikan dukungan baik berupa moril ataupun materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. **Dr. Ir. Sitti Nur Faridah., M.P.** dan **Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si.** selaku dosen pembimbing atas kesabaran, ilmu, masukan dan segala arahan yang telah diberikan kepada penulis dari penyusunan proposal, penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai.
3. **Ir. Samsuar, S.TP., M.Si.** dan **Dr. rer.nat. Olly Sanny Hutabarat, S.TP., M.Si.** selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis.
4. **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan.
5. **Cici, Lilis, Nurfit, Wawa** yang telah membantu penulis dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yesus Kristus senantiasa membalas kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Amin.

Makassar, 12 Juni 2023

Birgita Mersi

RIWAYAT HIDUP



Birgita Mersi, lahir di Baturondon pada tanggal 26 April 2001 merupakan anak ketujuh dari delapan bersaudara dari pasangan bapak Obed Nego Bunga dan Ibu Yuliana Duma'. Adapun jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SDN 157 Baturondon, pada tahun 2007-2013.
2. Melanjutkan pendidikan di SMP Katolik Minanga pada tahun 2013-2016.
3. Melanjutkan pendidikan di SMAN 3 Tana Toraja pada tahun 2016-2019.
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2019-2023.

Selama menempuh perkuliahan, penulis mengikuti beberapa organisasi, diantaranya yaitu sebagai anggota pada Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA) dan PMK Fapertahut Unhas.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Siklus Hidrologi	3
2.2 Infiltrasi	3
2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi.....	5
2.3.1 Vegetasi	5
2.3.2 Pemampatan oleh Hujan	5
2.3.3 Penyumabatan oleh Butir Halus	6
2.3.4 Topografi	6
2.3.5 Kadar Air Tanah	6
2.3.6 Tekstur Tanah	6
2.3.7 Kerapatan Massa Tanah (<i>Bulk Density</i>)	7
2.3.8 Kerapatan Partikel Tanah (<i>Partikel Density</i>)	8
2.3.9 Porositas Tanah.....	8
2.3.10 Permeabilitas Tanah	8
2.3.11 Bahan Organik Tanah	9
2.4 Pengukuran Laju Infiltrasi.....	9

2.4.1 Infiltrometer	9
2.4.2 Model <i>Horton</i>	10
2.4.3 Model <i>Kostiakov</i>	10
2.4.3 Model <i>Philip</i>	11
2.5 Validasi.....	11
3. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Tempat.....	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Penelitian	12
3.3.1 Pengukuran Infiltrasi	12
3.3.2 Analisis Sifat Fisik Tanah.....	13
3.3.3 Analisis Laju Infiltrasi	14
3.3.3.1 Laju Infiltrasi Aktual	14
3.3.3.2 Model <i>Horton</i>	14
3.3.3.3 Model <i>Kostiakov</i>	15
3.3.3.4 Model <i>Philip</i>	16
3.3.4 Uji Validasi.....	16
3.3.4.1 Koefisien Determinasi	16
3.3.4.2 <i>Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)</i>	17
3.3.4.3 <i>Percent BIAS (PBIAS)</i>	17
3.3.4.4 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	18
3.3.5 Klasifikasi Laju Infiltrasi	18
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	20
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Laju Infiltrasi	21
4.2 Model Infiltrasi	25
4.3 Uji Validasi.....	27
5. PENUTUP.....	30
Kesimpulan	30

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus hidrologi.....	3
Gambar 2. (a) Hubungan antara laju infiltrasi dengan waktu (b) Hubungan antara infiltrasi dengan aliran permukaan dan curah hujan	5
Gambar 3. Diagram segitiga tekstur tanah menurut USDA.....	7
Gambar 4. <i>Double ring infiltrometer</i>	10
Gambar 5. Kurva infiltrasi	10
Gambar 6. Peta lokasi penelitian.....	12
Gambar 7. Bagan alir penelitian	20
Gambar 8. Grafik laju infiltrasi pada masing-masing tutupan vegetasi	21
Gambar 9. Grafik perbandingan laju infiltrasi aktual dengan prediksi model infiltrasi pada tutupan; (a) jati, (b) mahoni, (c) trembesi	26
Gambar 10. Perbandingan laju infiltrasi aktual dan laju perhitungan model <i>Philip</i> pada tutupan vegetasi; (a) jati, (b) mahoni, (c) trembesi...	28
Gambar 11. Pengukuran kadar air tanah	47
Gambar 12. Pengukuran laju infiltrasi.....	47
Gambar 13. Pengambilan sampel tanah utuh	47
Gambar 14. Tutupan tajuk (a) jati, (b) mahoni, (c) trembesi.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi R ² , NSE, PBIAS dan RSR	18
Tabel 2. Klasifikasi laju infiltrasi	19
Tabel 3. Klasifikasi laju infiltrasi berdasarkan parameter sifat fisik tanah.....	19
Tabel 4. Klasifikasi laju infiltrasi pengukuran	22
Tabel 5. Karakteristik sifat fisik tanah.....	23
Tabel 6. Persamaan laju infiltrasi model <i>Horton</i> , <i>Kostiakov</i> dan <i>Philip</i>	27
Tabel 7. Hasil uji validasi pada masing-masing model infiltrasi.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Pengukuran Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Jati.....	33
Lampiran 2.	Data Pengukuran Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Mahoni	33
Lampiran 3.	Data Pengukuran Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Trembesi	34
Lampiran 4.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Jati dengan Metode <i>Horton</i>	35
Lampiran 5.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Jati dengan Metode <i>Kostiakov</i>	36
Lampiran 6.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Jati dengan Metode <i>Philip</i>	37
Lampiran 7.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Mahoni dengan Metode <i>Horton</i>	38
Lampiran 8.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Mahoni dengan Metode <i>Kostiakov</i>	39
Lampiran 9.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Mahoni dengan Metode <i>Philip</i>	40
Lampiran 10.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Trembesi dengan Metode <i>Horton</i>	41
Lampiran 11.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Trembesi dengan Metode <i>Kostiakov</i>	42
Lampiran 12.	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Pada Tutupan Vegetasi Trembesi dengan Metode <i>Philip</i>	44
Lampiran 13.	Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Kimia Tanah Utuh dan Tanah Terganggu.....	46
Lampiran 14.	Dokumentasi Penelitian.....	47

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Siklus hidrologi atau siklus daur air terjadi secara terus menerus, dimana air akan mengalami penguapan baik pada badan air yang disebut dengan proses evaporasi maupun pada tanaman yang biasa disebut dengan proses transpirasi. Air yang menguap ke atmosfer selanjutnya akan kembali ke bumi yang disebut dengan proses presipitasi dalam bentuk air hujan. Air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan terserap ke dalam tanah atau yang dikenal dengan proses infiltrasi dan ketika tanah mencapai titik jenuh maka tanah tak mampu lagi meresap air sehingga terjadilah aliran permukaan (*surface runoff*) (Ali & Asmirullah, 2020).

Infiltrasi merupakan proses aliran air ke dalam tanah atau proses peresapan air dari permukaan tanah ke dalam tanah karena adanya gaya kapiler (gerakan air secara lateral atau menyamping) serta gaya gravitasi yang menyebabkan air bergerak secara vertikal. Laju infiltrasi menentukan seberapa banyak air yang mampu terinfiltrasi ke dalam tanah dalam suatu waktu sedangkan laju maksimum gerakan resapan air masuk ke dalam tanah disebut dengan kapasitas infiltrasi. Hubungan antara laju infiltrasi, curah hujan dan aliran permukaan yaitu laju infiltrasi tertinggi terjadi saat awal terjadinya hujan dan akan konstan seiring dengan pertambahan waktu sedangkan aliran permukaan terjadi ketika curah hujan lebih tinggi dari laju infiltrasi (Asdak, 2010).

Kemampuan air terinfiltrasi ke dalam tanah pada suatu lahan berbeda-beda karena dipengaruhi oleh jenis penggunaan lahan seperti jenis vegetasi serta sifat fisik tanah, meliputi tekstur, kandungan air dalam tanah, berat isi, porositas, permeabilitas tanah dan bahan organik yang terkandung dalam tanah. Vegetasi mampu mengurangi energi kinetik air hujan pada permukaan tanah dan sistem perakaran tanaman menyebabkan retakan pada tanah, sehingga pori-pori tanah menjadi lebih besar. Selain itu, keberadaan serasah akibat vegetasi di lahan dapat meningkatkan kadar bahan organik dan organisme tanah. Hal inilah yang memicu terjadinya peningkatan laju infiltrasi (Latuamury *et al.*, 2012).

Pengukuran laju infiltrasi dapat dilakukan secara langsung menggunakan alat pengukur penurunan muka air yang disebut infiltrometer, yang terdiri dari dua yaitu

single ring infiltrometer atau infiltrometer tunggal dan *double ring infiltrometer* yang disebut juga dengan infiltrometer ganda. Pengukuran menggunakan *double ring infiltrometer* dapat mengurangi rembesan air secara lateral. Selain itu, laju infiltrasi dapat dihitung dengan menggunakan berbagai jenis model persamaan seperti model *Horton*, *Kostiakov* dan *Philip*. Hasil dari analisis model akan divalidasi untuk mengetahui kesesuaian model dengan hasil pengukuran lapangan.

Universitas Hasanuddin (Unhas) memiliki berbagai jenis tutupan vegetasi yang dapat meningkatkan laju infiltrasi atau penyerapan air sehingga dapat mengurangi aliran permukaan (*surface runoff*). Jenis vegetasi mempengaruhi sifat fisik dan karakteristik tanah yang berpengaruh terhadap laju infiltrasi. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya laju infiltrasi pada karakteristik tanah di bawah berbagai tegakan vegetasi di Unhas menggunakan model *Horton*, *Kostiakov* dan *Philip* serta menentukan model infiltrasi terpilih yang mendekati kondisi di lapangan.

1.2 Tujuan Penelitian

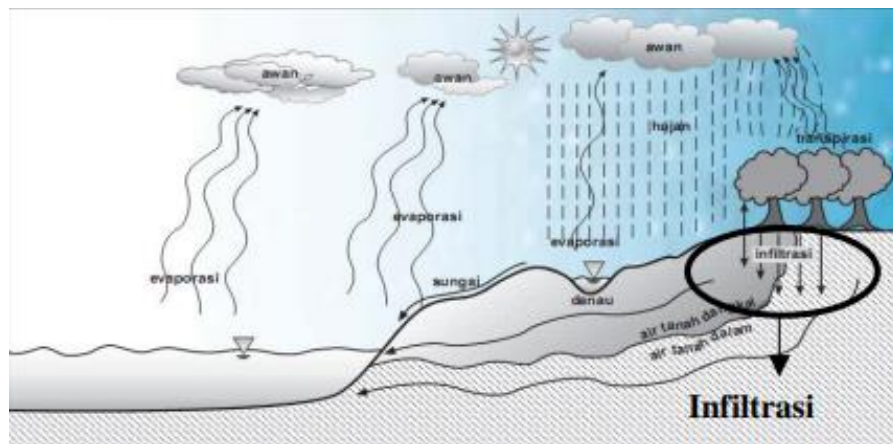
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model laju infiltrasi yang sesuai pada berbagai jenis vegetasi di Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea yaitu jati, mahoni dan trembesi serta mengetahui pengaruh kadar air tanah awal serta sifat fisik dan kimia tanah terhadap laju infiltrasi.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi mengenai laju infiltrasi pada berbagai jenis vegetasi di Universitas Hasanuddin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air baik secara evaporasi, transpirasi maupun *interception loss*. Uap air yang dihasilkan terbawa oleh angin sehingga akan terkondensasi membentuk awan hingga akhirnya turun menjadi air hujan atau proses presipitasi karena awan tidak dapat lagi menahan massa air yang dikandungnya. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi tidak semuanya sampai ke permukaan tanah namun ada yang tertahan oleh tajuk vegetasi yang akan diuapkan kembali ke atmosfer setelah mengalami penyinaran matahari dan sebagian lainnya akan jatuh ke permukaan tanah melalui kanopi atau tajuk tanaman (*throughfall*) serta batang tanaman (*stemflow*). Air hujan yang mencapai permukaan tanah akan terinfiltrasi dan menjadi air tanah (*groundwater*) dan sebagian lainnya menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*) yang mengalir ke tempat yang lebih rendah maupun ke sungai (*river flow*) (Ali & Asmirullah, 2020).



Gambar 1. Siklus hidrologi.
(Sumber: Aidatul, 2015)

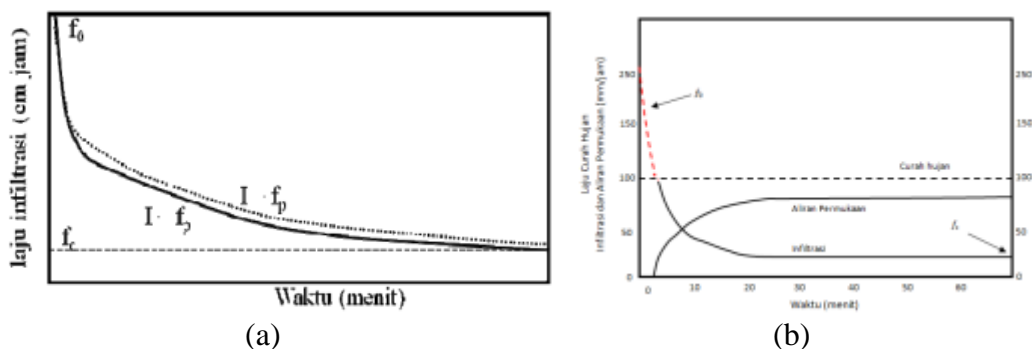
2.2 Infiltrasi

Infiltrasi diartikan sebagai proses terserapnya air ke dalam tanah melalui permukaan tanah, dalam keadaan tidak jenuh yang dipengaruhi oleh gaya adhesi dan kohesi dalam sistem air tanah. Infiltrasi terjadi oleh karena adanya gaya kapiler (pergerakan air ke arah lateral) serta gaya gravitasi (pergerakan air secara vertikal). Apabila lapisan tanah bagian atas telah jenuh, maka air tersebut bergerak secara lateral menuju penampungan air seperti sungai dan sebagian lagi bergerak secara

vertikal karena adanya gaya gravitasi yang disebut dengan proses perkolasi menuju tanah yang lebih dalam dan menjadi air tanah (*groundwater*). Dalam proses infiltrasi terdapat tiga proses yang tidak saling mempengaruhi yaitu, proses aliran air hujan ke dalam tanah melalui pori-pori permukaan tanah, tertampungnya air hujan tersebut di dalam tanah, serta proses mengalirnya atau terserapnya air tersebut ke tempat lain (bawah, samping dan atas) (Asdak, 2010).

Proses infiltrasi mencakup laju infiltrasi, kapasitas infiltrasi serta infiltrasi kumulatif. Laju infiltrasi (*infiltration rate*) artinya seberapa banyak air yang terserap ke dalam tanah per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam. Kapasitas infiltrasi (*infiltration capacity*) adalah laju maksimal gerakan atau resapan air ke dalam tanah. Sedangkan infiltrasi kumulatif (*cumulative infiltration*) adalah banyaknya air yang dapat terserap ke dalam tanah selama periode infiltrasi yang dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Kapasitas infiltrasi dan intensitas hujan menentukan seberapa besar laju infiltrasi. Laju infiltrasi akan sama dengan intensitas hujan apabila volume curah hujan tersebut lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas infiltrasi sehingga semua air hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat terserap. Namun, apabila curah hujan lebih besar dibandingkan dengan kapasitas infiltrasi maka laju infiltrasi yang terjadi sesuai dengan tingkat kapasitas infiltrasi, dan air yang melebihi kapasitas infiltrasi menjadi genangan atau limpasan permukaan. Laju infiltrasi dengan demikian bervariasi sesuai dengan fluktuasi curah hujan. Selain itu terdapat sifat fisik tanah yang juga berpengaruh terhadap laju infiltrasi seperti, tekstur tanah, *bulk density*, porositas dan permeabilitas tanah serta kadar air tanah (Yunagardasari *et al.*, 2017).

Kurva kapasitas infiltrasi adalah fungsi waktu. Pada awal terjadinya hujan atau pada kadar air tanah rendah, laju infiltrasi cenderung akan tinggi dan semakin lama semakin menurun hingga laju infiltrasinya menjadi konstan. Adapun hubungan laju infiltrasi dengan limpasan permukaan serta curah hujan yaitu laju infiltrasi terbesar terjadi pada awal hujan, sedangkan limpasan permukaan terjadi ketika curah hujan lebih tinggi dari laju infiltrasi, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Hubungan antara laju infiltrasi dengan waktu, (b) Hubungan antara infiltrasi dengan aliran permukaan dan curah hujan.

(Sumber: David *et al.*, 2016)

2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi

2.3.1 Vegetasi

Tajuk tanaman yang terdiri atas kumpulan cabang, ranting dan daun berfungsi sebagai pelindung tanah terhadap energi kinetik air hujan. Selain itu, adanya serasah dari vegetasi di atas permukaan tanah yang akan menjadi humus sehingga mampu meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Akar vegetasi juga membantu penyerapan air ke dalam tanah sehingga meningkatkan penyimpanan air di dalam tanah serta meningkatkan laju infiltrasi. Dengan meningkatnya laju infiltrasi pada sebuah tanah maka aliran permukaan akan berkurang. Oleh sebab itu, pada lahan yang bervegetasi memiliki laju infiltrasi yang lebih besar dibandingkan dengan lahan yang tidak bervegetasi (Latuamury *et al.*, 2012).

Pengaruh vegetasi terhadap laju infiltrasi dipengaruhi oleh jenis tanaman, tajuk dan tinggi tanaman, tingkat pertumbuhan serta sistem perakaran. Permukaan tanah yang ditutup oleh tanaman secara rapat dapat memperlambat limpasan permukaan serta pengangkutan partikel-partikel tanah karena adanya akar tanaman yang memperbesar porositas tanah. Oleh sebab itu, tanah dengan perakaran tanaman yang baik mampu meneruskan air ke lapisan bawah tanah akan tetapi ketahanan tanah terhadap perusakan oleh air juga tinggi (Musdalipa, 2018).

2.3.2 Pemampatan oleh Hujan

Hujan yang sampai ke permukaan tanah mengakibatkan butir tanah mengalami pemadatan. Hal tersebut dapat mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus sehingga kapasitas infiltrasinya juga berkurang (Aidatul, 2015).

2.3.3 Penyumbatan oleh Butir Halus

Pada permukaan tanah kering, sering dijumpai butiran halus. Oleh karena itu, ketika terjadi hujan maka infiltrasi pun terjadi sehingga butiran-butiran halus tersebut terbawa oleh air masuk ke dalam tanah dan mengisi pori-pori tanah. Hal ini mengakibatkan pori-pori tanah menjadi kecil sehingga mengurangi kapasitas infiltrasi (Aidatul, 2015).

2.3.4 Topografi

Topografi merupakan keadaan permukaan tanah atau kontur tanah. Semakin curam kemiringan suatu lahan maka jumlah dan kecepatan aliran permukaannya akan semakin besar sehingga air kekurangan waktu infiltrasi. Hal ini mengakibatkan sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Namun, apabila lahan dengan kemiringan yang rendah atau datar maka air akan menggenang sehingga laju infiltrasinya relatif besar (Aidatul, 2015).

2.3.5 Kadar Air Tanah

Kadar air tanah diartikan sebagai proporsi kandungan air dalam tanah yang dinyatakan sebagai persentase perbandingan antara berat air dalam tanah dengan berat kering tanah. David *et al.* (2016), mengatakan tingkat kelembaban tanah berpengaruh terhadap laju infiltrasi, karena apabila tanah memiliki persentase kandungan air yang tinggi maka laju infiltrasinya akan lambat. Sedangkan, apabila persentase kadar air tanah rendah maka laju infiltrasinya akan tinggi. Oleh karena itu, laju infiltrasi akan menurun seiring dengan peningkatan kadar air tanah, sehingga laju infiltrasi akan semakin lambat hingga mencapai konstan.

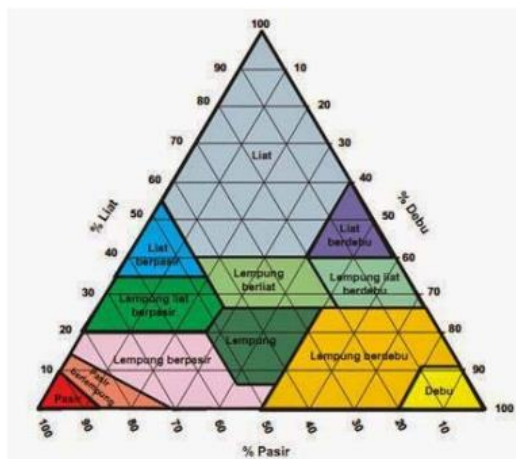
$$KA = \frac{Bb - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana, Bb merupakan berat tanah basah (g) sedangkan Bk merupakan berat tanah kering (g) yang telah dikeringkan pada oven selama 24 jam dengan suhu 105 °C dan KA adalah kadar air (%).

2.3.6 Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang mempengaruhi laju infiltrasi. Tekstur tanah diartikan sebagai suatu perbandingan jenis partikel pada

tanah seperti fraksi tanah liat, pasir, dan debu. Tekstur tanah pada suatu lahan berbeda-beda menandakan laju infiltrasi yang berbeda pula. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran partikel tanah sebagai penentu mudah tidaknya dalam meloloskan air atau tidak. Tanah dengan tekstur liat, sulit untuk menyerap air karena pori-pori tanah rapat atau kecil sehingga sulit untuk dilalui air dan laju infiltrasinya rendah sedangkan tanah dengan tekstur berpasir lebih cepat meresap air karena memiliki pori-pori tanah yang besar sehingga laju infiltrasinya lebih cepat dibandingkan dengan tanah liat. Oleh sebab itu, jika pori-pori tanah besar artinya laju infiltrasinya besar pula (Sulianto *et al.*, 2014).



Gambar 3. Diagram segitiga tekstur tanah menurut USDA.
(Sumber: Mushowwir, 2017)

2.3.7 Kerapatan Massa Tanah (*Bulk Density*)

Kerapatan massa tanah atau massa jenis tanah dikatakan sebagai ukuran massa tanah per volume tanah dalam satuan g/cm^3 . Berat jenis tanah disebut juga dengan *bulk density* mengacu pada ukuran partikel tanah seperti pori-pori tanah. Tanah dengan pori-pori besar memiliki kerapatan massa yang rendah sedangkan tanah dengan pori-pori kecil, kerapatan tanahnya tinggi. Oleh karena itu, apabila kerapatan tanah rendah maka laju infiltrasinya akan cepat (Budianto *et al.*, 2014). Adapun persamaan menghitung *bulk density* yaitu:

$$B_d = \frac{M_s}{V} \quad (2)$$

Dimana, B_d adalah massa jenis tanah (*bulk density*) (g/cm^3), M_s yaitu massa tanah kering (g) dan V merupakan volume total tanah (cm^3).

2.3.8 Kerapatan Partikel Tanah (Partikel *Density*)

Kerapatan partikel merupakan perbandingan antara massa tanah kering dengan volume partikel tanah. Kerapatan partikel tanah menyatakan berat butiran padat tanah yang terkandung dalam tanah. Kerapatan partikel merupakan fungsi perbandingan antara komponen bahan mineral dan bahan organik dimana bahan organik menyebabkan nilai kerapatan partikel tanah semakin kecil sehingga semakin besar kerapatan partikel tanah maka laju infiltrasi semakin kecil. Kerapatan partikel tanah digunakan untuk menghitung porositas tanah dan angka pori. Namun, banyak studi mengasumsikan kerapatan partikel yaitu $2,65 \text{ g/cm}^3$ (Mushowwir, 2017). Adapun persamaan menghitung kerapatan massa tanah yaitu:

$$P_d = \frac{M_s}{V_p} \quad (3)$$

Dimana, P_d merupakan kerapatan partikel tanah (g/cm^3), M_s adalah massa tanah kering (g) dan V_p adalah volume padatan atau partikel tanah (cm^3).

2.3.9 Porositas Tanah

Rasio pori-pori dalam tanah mempengaruhi berapa banyak air, udara, suhu, dan unsur hara tanah yang tersedia bagi tanaman, seberapa mudah tanah dapat diolah dan seberapa mudah air dapat meresap melalui permukaan tanah tersebut. Tanah dengan porositas besar lebih mudah dalam meloloskan air sehingga membuat air sulit bertahan di tanah dan tanah cepat kering, sedangkan tanah dengan porositas kecil sulit dalam meloloskan air sehingga mampu menyimpan air dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, laju infiltrasi pada tanah berpori halus lebih rendah dibandingkan dengan tanah berpori besar (Kuswidyawan & Thoaha, 2020). Persamaan untuk menghitung porositas tanah yaitu:

$$P_o = \left(1 - \frac{B_d}{P_d}\right) \times 100\% \quad (4)$$

Dimana, P_o merupakan porositas (%), B_d merupakan *bulk density* (g/cm^3) P_d merupakan partikel *density* (g/cm^3).

2.3.10 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah diartikan sebagai kemampuan suatu tanah dalam meloloskan air atau seberapa mudah air dapat mengalir melalui tanah atau. Hal ini

dipengaruhi oleh tekstur dan porositas tanah. Semakin porous tanah, semakin mudah air dan zat lain dapat mengalir melaluinya. Permeabilitas tanah adalah laju aliran air melalui tanah pada suatu waktu yang dinyatakan dalam centimeter per jam (cm/jam). Tanah dengan kandungan liat tinggi memiliki porositasnya rendah, sehingga permeabilitas tanah berkurang. Oleh karena itu, jika permeabilitas tanah rendah, maka laju infiltrasi juga sangat lambat (Bintoro *et al.*, 2017).

2.3.11 Bahan Organik Tanah

Peningkatan jumlah kandungan organik pada tanah dapat mengubah struktur tanah, yang dapat meningkatkan porositas tanah. Selain itu, tanah yang bervegetasi memiliki sumber bahan organik seperti dari daun kering serta ranting dan batang yang lapuk yang dapat meningkatkan kandungan humus dalam tanah. Apabila kandungan bahan organik atau humus pada tanah tinggi maka dapat meningkatkan porositas tanah sehingga massa jenis tanah rendah. Hal ini mengakibatkan laju infiltrasi tanah semakin tinggi (Reswari & Prijono, 2021).

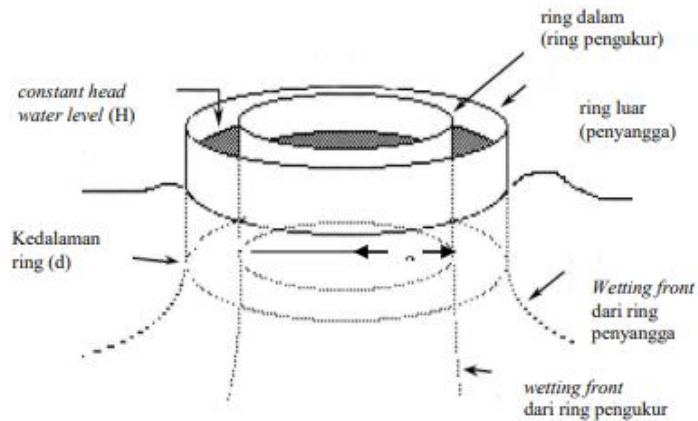
2.4 Pengukuran Laju Infiltrasi

Menurut Asdak (2010), tiga acara yang dapat digunakan dalam menentukan besarnya infiltrasi yaitu:

- a. Menggunakan simulasi hujan buatan dengan cara menentukan beda volume air hujan buatan dengan volume air larian pada percobaan laboratorium.
- b. Menggunakan alat infiltrometer.
- c. Teknik pemisahan hidrograf aliran dari data aliran air hujan.

2.4.1 Infiltrometer

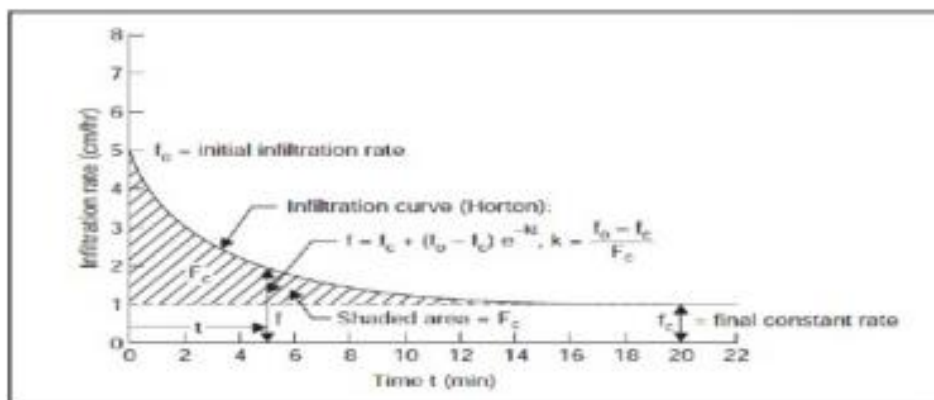
Infiltrometer merupakan alat ukur laju infiltrasi yang ditancapkan ke dalam tanah lalu diberi air. Infiltrometer terdiri dari dua yaitu *single ring infiltrometer* atau infiltrometer tunggal dan *double ring infiltrometer* atau infiltrometer ganda. *Single ring infiltrometer* terdiri dari 1 ring pengukur sedangkan *double ring infiltrometer* terdiri dari dua ring dengan fungsi atau kegunaan yang berbeda. Ring bagian dalam berfungsi sebagai ring pengukur dan ring bagian luar berfungsi sebagai ring penyangga yang mampu mengurangi penyebaran air atau perembesan air ke samping di bawah permukaan tanah (Arbaningrum & Subagyo, 2022).



Gambar 4. *Double ring infiltrometer*.
(Sumber: Arbaningrum & Subagyo, 2022)

2.4.2 Model *Horton*

Laju infiltrasi tanah dapat dihitung dengan menggunakan model *Horton*. *Horton* mengemukakan bahwa penurunan laju infiltrasi diakibatkan oleh pertambahan waktu hingga nantinya mendekati nilai konstan. Hal tersebut terjadi karena kadar air tanah akan meningkat karena banyaknya air yang merembes ke dalam tanah seiring dengan pertambahan waktu. Jumlah air yang mampu terinfiltrasi dipengaruhi oleh laju infiltrasi dan fungsi waktu (Aidatul, 2015). Adapun kurva infiltrasi model *Horton* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva infiltrasi.
(Sumber: Aidatul, 2015).

2.4.3 Model *Kostiakov*

Model *Kostiakov* menyatakan bahwa infiltrasi kumulatif sebagai fungsi pangkat terhadap waktu. Model *Kostiakov* memiliki karakteristik yaitu nilai laju infiltrasi awal adalah tak terhingga dan menurun dengan bertambahnya waktu sehingga laju infiltrasi menuju nilai konstan. Model *Kostiakov* tidak

memperhitungkan kadar air awal dan kadar air setelah konstan sebagai komponen fungsi. Adapun parameter *Kostiakov* diperoleh dengan memplot hubungan laju infiltrasi kumulatif dan waktu sehingga diperoleh nilai parameter a dan b yang akan digunakan dalam menghitung laju infiltrasi (Setiawan *et al.*, 2022).

2.4.4 Model *Philip*

Philip menyatakan bahwa laju infiltrasi akan mendekati nilai konstan seiring dengan penambahan waktu. Nilai laju infiltrasi berdasarkan model *Philip* dihitung dengan mencari terlebih dahulu konstanta dengan cara mem-*plotting* hubungan antara laju infiltrasi dan waktu (Suteja *et al.*, 2022).

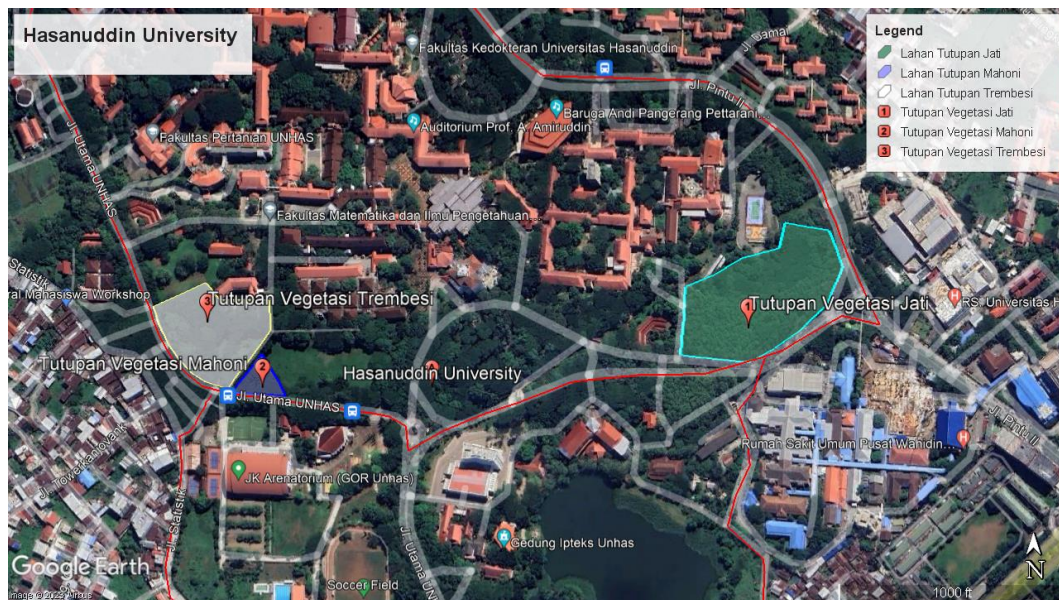
2.5 Validasi

Validasi adalah proses evaluasi terhadap model untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ketidakpastian yang dimiliki oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi. Langkah validasi bertujuan untuk membuktikan bahwa suatu metode atau model dapat memberikan hasil yang sesuai dengan hasil observasi atau pengukuran di lapangan (Setiawan *et al.*, 2022).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian model infiltrasi pada berbagai tutupan vegetasi di Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea Makassar dilaksanakan pada Maret hingga April 2023 bertempat di Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea Makassar.



Gambar 6. Peta lokasi penelitian.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *double ring infiltrometer* dengan diameter 30 cm dan 15 cm serta tinggi 20 cm, palu, balok kayu, *stopwatch*, penggaris, ember, ring sampel tanah, plastik, sekop, *cutter*, *soil moisture meter*, alat tulis menulis, dan laptop yang dilengkapi dengan *Microsoft excel*. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu air serta sampel tanah.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

3.3.1 Pengukuran Infiltrasi

Pengukuran infiltrasi dilakukan untuk mengetahui nilai laju infiltrasi pada variasi tutupan vegetasi yang ada di Universitas Hasanuddin. Penentuan titik

pengukuran didasarkan pada tegakan vegetasi yang sejenis dan dominan di Universitas Hasanuddin seperti pohon jati, mahoni dan trembesi. Adapun pengukuran infiltrasi pada masing-masing tegakan vegetasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali dengan prosedur sebagai berikut:

1. Membersihkan lokasi pengukuran.
2. Mengukur kadar air tanah awal.
3. Membenamkan *double ring infiltrometer* ke dalam tanah sekitar 5-10 cm dengan menggunakan bantuan balok kayu diusahakan agar ring tegak lurus dan tidak ada rongga sehingga tidak mempengaruhi hasil pengukuran.
4. Menempelkan penggaris pada dinding ring bagian dalam untuk mengetahui seberapa banyak air yang terinfiltrasi.
5. Melapisi ring bagian dalam menggunakan plastik sebagai penahan air untuk mengurangi kerusakan agregat tanah saat pengisian air ke dalam ring.
6. Mengisi air ke dalam ring dengan memasukkan air terlebih dahulu ke ring bagian luar dilanjutkan pada ring dalam secara perlahan-lahan.
7. Melepaskan plastik penahan air kemudian mengukur penurunan air dengan menggunakan *stopwatch*.
8. Mencatat tinggi muka air awal dan penurunan air pada interval waktu 5 menit sampai hasil yang diperoleh konstan.
9. Melakukan pengisian air pada ring apabila hasilnya belum konstan.
10. Menghitung laju infiltrasi dari data yang diperoleh.

3.3.2 Analisis Sifat Fisik Tanah

Pada setiap lokasi pengukuran infiltrasi dilakukan pengambilan sampel tanah untuk analisis sifat tanah dengan prosedur sebagai berikut:

1. Membersihkan permukaan tanah dari rumput atau serasah.
2. Membenamkan ring sampel tanah secara tegak lurus menggunakan balok.
3. Meletakkan ring sampel yang kedua di bagian atas ring yang sudah tertanam, kemudian memukul ring menggunakan balok hingga ring kedua tertanam.
4. Menggali daerah sekitar ring sampel menggunakan sekop kemudian memisahkan ring bagian atas dengan ring bagian bawah menggunakan *cutter* diusahakan agar tanah pada ring tidak terganggu.