

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH GRADASI TANAH TERHADAP
LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI
PADA FREKUENSI HUJAN BERULANG
(Studi uji laboratorium dengan *Rainfal Simulator*)**



Oleh :

SATRIANA

105 81 1679 12

HARIASA

105 81 1689 12

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2019

**ANALISIS PENGARUH GRADASI TANAH TERHADAP
LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI
PADA FREKUENSI HUJAN BERULANG
(Studi uji laboratorium dengan *Rainfal Simulator*)**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh
gelar sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar*

Disusun dan Diajukan Oleh :

SATRIANA

105 81 1679 12

HARIASA

105 81 1689 12

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH GRADASI TANAH TERHADAP LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI PADA FREKUENSI HUJAN BERULANG (Studi Uji Laboratorium Dengan *Rainfall Simulator*)**

Nama : SATRIANA
HARIASA

Stambuk : 105 81 1679 12
105 81 1689 12

Makassar, 09 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.Sc.

Pembimbing II

Mahmuddin, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Satriana dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1679 12 dan Hariasa dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1689 12, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019

Makassar, 04 Jumadil Akhir 1440 H
09 Februari 2019 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

b. Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST., MT.

3. Anggota : 1. Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, MT.

2. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT.

3. Dr. Ma'rupah, SP., MP.

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.Sc.

Pembimbing II

Mahmuddin, ST., MT.

Dekan



Ir. Hanzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

ANALISIS PENGARUH GRADASI TANAH TERHADAP LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI PADA FREKUENSI HUJAN BERULANG (Studi uji laboratorium dengan *Rainfal Simulator*)

Satriona¹, Hariasa¹, Darwis Panguriseng², Mahmuddin²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

²Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Jl. Sultan Alauddin No.259, Makassar 90221, Indonesia

e-mail : Satrianamisiel12@gmail.com, Hariasa4@gmail.com

ABSTRAK

Pada siklus hidrologi, hujan yang jatuh ke permukaan tanah membentuk air limpasan dan beberapa diantaranya masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Terdapat dua parameter penting berkaitan dengan infiltrasi yaitu laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi adalah banyaknya air per satuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah. Sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum yang dapat masuk ke dalam tanah pada suatu saat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada frekuensi hujan berulang. Metode penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratorium, dengan menggunakan alat *rainfall simulator*. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis tanah campuran. Setiap percobaan pada alat *rainfall simulator* menggunakan intensitas curah hujan (I_{15}) dengan lima kali frekuensi hujan pada masing-masing sampel tanah. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa gradasi tanah sangat mempengaruhi laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi dimana gradasi tanah yang memiliki ukuran butiran lebih halus akan memiliki struktur tanah yang lebih padat saat di hujani dengan frekuensi hujan berulang. Hal inilah yang menyebabkan laju infiltrasi kecil dan kapasitas infiltrasi menurun. Laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi menurun berbanding lurus dengan bertambahnya frekuensi hujan, semakin banyak frekuensi hujan semakin kecil infiltrasi yang terjadi pada intensitas curah hujan yang sama (I_{15}).

Kata Kunci : Gradasi tanah, Laju infiltrasi, Kapasitas infiltrasi

ABSTRACT

In the hydrological cycle, rain that falls to the ground forms runoff water and some of them enter the soil (infiltration). There are two important parameters relating to infiltration namely infiltration rate and infiltration capacity. The infiltration rate is the amount of water per unit of time that enters through the surface of the ground. Whereas infiltration capacity is the maximum infiltration rate that can enter the soil at any time. The purpose of this study is to determine the effect of soil gradation on infiltration rate and infiltration capacity on the frequency of repeated rains. This research method is a type of laboratory experimental research, using the rainfall simulator tool. The soil used in this study is mixed soil type. Each experiment on the rainfall simulator tool uses the intensity of I_{15} rainfall with five times the frequency of rain in each soil sample. From the results of the analysis show that the soil gradation greatly influences the infiltration rate and infiltration capacity where the gradations of soil with finer grain sizes will have a denser soil structure when rained with repeated rains. This is what causes a small infiltration rate and decreased infiltration capacity. The rate of infiltration and infiltration capacity decreases directly with increasing frequency of rain, the more the frequency of rain the smaller the infiltration that occurs in the same rainfall intensity (I_{15}).

Keywords: Soil gradation, Infiltration rate, Infiltration capacity

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: **“ANALISIS PENGARUH GRADASI TANAH TERHADAP LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI PADA FREKUENSI HUJAN BERULANG (Studi uji laboratorium dengan *Rainfall Simulator*)”**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. ir. H. Darwis Panguriseng M.Sc. selaku pembimbing I dan Bapak Mahmuddin, ST., MT. selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.

Demikian pula ucapan terima kasih kepada Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan Bapak Andi makbul syamsuri, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Selanjutnya ucapan terima kasih kepada Kepada Kak Asryani, ST., Abdul Rahman, ST., Ummu Aima Ali, ST., selaku asisten laboratorium hidrologi

Unismuh Makassar dan kak Syamsuddin, ST., selaku asisten laboratorium Mekanika Tanah Unismuh Makassar, yang telah meluangkan waktu pengarahan dan membantu selama penelitian berlangsung. Serta Bapak dan Ibu dosen, dan staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.

Ucapan Terima kasih juga kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta pengorbanan kepada penulis. Dan tak lupa pula rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku angkatan 2012 dengan rasa persaudaran yang tinggi banyak membantu dan memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Pada akhir penulisan tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 09 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan masalah.....	4
C. Tujuan penelitian.....	4
D. Manfaat penelitian.....	4
E. Batasan masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Klasifikasi tanah.....	6
1. Gradasi tanah.....	7
2. Sistem klasifikasi <i>Unified</i>	10
3. Sistem klasifikasi AASTHO	12
B. Pengertian laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi	16
1. Pengertian infiltrasi	16
2. Laju infiltrasi	17
3. Kapasitas infiltrasi.....	19
C. Siklus hidrologi	22

1. Elemen siklus hidrologi.....	25
2. Peranan air tanah dalam siklus hidrologi	26
D. Hubungan frekuensi hujan berulang dengan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi.....	28
1. Frekuensi hujan berulang	28
2. Hubungan frekuensi hujan dengan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi	35
E. Review terkait penelitian sebelumnya	36
F. Kerangka pikir.....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	40
A. Lokasi dan waktu penelitian.....	40
1. Tempat.....	40
2. Waktu penelitian	40
B. Jenis penelitian dan sumber data.....	40
1. Jenis penelitian	40
2. Sumber data.....	40
C. Rancangan penelitian	41
1. Alat.....	41
2. Bahan.....	45
3. Prosedur dan pelaksanaan penelitian	47
4. Variabel penelitian	49
D. Bagan dan alur penelitian.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
A. Hasil penelitian.....	54

1. Karakteristik tanah	54
2. Laju infiltrasi pada beberapa jenis tanah.....	61
3. Kapasitas infiltrasi pada beberapa jenis tanah	83
B. Pembahasan.....	85
1. Pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi	79
2. Pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi	106
3. Pengaruh frekuensi hujan berulang terhadap laju infiltrasi.....	109
4. Pengaruh frekuensi hujan berulang terhadap kapasitas infiltrasi...	117
 BAB V PENUTUP.....	 121
A. Kesimpulan	121
B. Saran.....	121

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DOKUMENTASI

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Simbol klasifikasi tanah berdasarkan <i>Unified System</i>	11
Tabel 2.2	Sistem klasifikasi AASTHO	13
Tabel 2.3	Perbandingan system <i>unified</i> dan sitem AASTHO	14
Tabel 2.4	Perbandingan system AASTHO dan sitem <i>unified</i>	15
Tabel 2.5	Klasifikasi infiltrasi	18
Tabel 3.1	Gradasi rencana	24
Tabel 4.1	Hasil pengujian analisa saringan pada sampel 1	54
Tabel 4.2	Hasil pengujian analisa saringan pada sampel 2	56
Tabel 4.3	Hasil pengujian analisa saringan pada sampel 3	58
Tabel 4.4	Hasil klasifikasi AASTHO.....	61
Tabel 4.5	Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 1...	62
Tabel 4.6	Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 2...	64
Tabel 4.7	Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 3...	66
Tabel 4.8	Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 4...	67
Tabel 4.9	Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 5...	69
Tabel 4.10	Perhitungan Parameter infiltrasi untuk sampel 1	72
Tabel 4.11	Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 1	74
Tabel 4.12	Perhitungan Parameter infiltrasi untuk sampel 2	76
Tabel 4.13	Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 2	78
Tabel 4.14	Perhitungan Parameter infiltrasi untuk sampel 3	79
Tabel 4.15	Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 3	81
Tabel 4.16	Kapasitas infiltrasi pada beberapa jenis tanah.....	83
Tabel 4.17	Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 1...	86

Tabel 4.18 Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 2...	88
Tabel 4.19 Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 3...	90
Tabel 4.20 Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 4...	91
Tabel 4.21 Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 5...	93
Tabel 4.22 Perhitungan Parameter infiltrasi untuk sampel 1	96
Tabel 4.23 Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 1	98
Tabel 4.24 Perhitungan Parameter infiltrasi untuk sampel 2	100
Tabel 4.25 Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 2	102
Tabel 4.26 Perhitungan Parameter infiltrasi untuk sampel 3	103
Tabel 4.27 Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 3	105
Tabel 4.28 Pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi	107
Tabel 4.29 Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 1 dengan intensitas curah hujan I_{15}	110
Tabel 4.30 Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 2 dengan intensitas curah hujan I_{15}	112
Tabel 4.31 Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 3 dengan intensitas curah hujan I_{15}	115
Tabel 4.32 Pengaruh frekuensi hujan terhadap kapasitas infiltrasi	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Batas atterberg untuk sub kelompok A-4, A-5, A-6, A-7	14
Gambar 2.2	Skema infiltrasi dan perkolasi pada dua lapisan tanah.....	17
Gambar 2.3	Kurva kapasitas infiltrasi	21
Gambar 2.4	Siklus hidrologi pendek	23
Gambar 2.5	Siklus hidrologi sedang	24
Gambar 2.6	Siklus hidrologi panjang	25
Gambar 2.7	Siklus hidrologi	26
Gambar 2.8	Kerangka pikir penelitian	38
Gambar 3.1	Tampak depan alat simulasi hujan (<i>Rainfall simulator</i>).....	42
Gambar 3.2	Tampak kiri alat simulasi hujan (<i>Rainfall simulator</i>).....	43
Gambar 3.3	Media uji alat tangkap hujan	44
Gambar 3.4	Skema hubungan variable penelitian	49
Gambar 3.5	Skema penelitian laju infiltrasi	51
Gambar 3.5	Skema penelitian kapasitas infiltrasi	52
Gambar 3.5	Bagan dan alur penelitian	53
Gambar 4.1	Grafik analisa butiran pada sampel 1	55
Gambar 4.2	Grafik analisa butiran pada sampel 2	57
Gambar 4.3	Grafik analisa butiran pada sampel 3	59
Gambar 4.4	Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr1).....	63
Gambar 4.5	Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr2).....	65
Gambar 4.6	Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr3).....	66
Gambar 4.7	Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr4).....	68
Gambar 4.8	Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr5).....	70

Gambar 4.9	Hubungan antara waktu dan $-\text{Ln} [(ft - fc) / (f0 - fc)]$	73
Gambar 4.10	Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 1	75
Gambar 4.11	Hubungan antara waktu dan $-\text{Ln} [(ft - fc) / (f0 - fc)]$	77
Gambar 4.12	Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 2	78
Gambar 4.13	Hubungan antara waktu dan $-\text{Ln} [(ft - fc) / (f0 - fc)]$	80
Gambar 4.14	Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 3	82
Gambar 4.15	Grafik kapasitas infiltrasi pada berbagai jenis tanah	84
Gambar 4.16	Grafik pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr1)	87
Gambar 4.17	Grafik pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr2)	89
Gambar 4.18	Grafik pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr3)	90
Gambar 4.19	Grafik pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr4)	92
Gambar 4.20	Grafik pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr5)	94
Gambar 4.21	Hubungan antara waktu dan $-\text{Ln} [(ft - fc) / (f0 - fc)]$	97
Gambar 4.22	Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 1	99
Gambar 4.23	Hubungan antara waktu dan $-\text{Ln} [(ft - fc) / (f0 - fc)]$	101

Gambar 4.24	Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 2	102
Gambar 4.25	Hubungan antara waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$	104
Gambar 4.26	Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 3	106
Gambar 4.27	Grafik pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi.....	108
Gambar 4.28	Tingkat Infiltrasi Tanah pada sampel 1 dengan Intensitas Curah Hujan I_{15}	111
Gambar 4.29	Tingkat Infiltrasi Tanah pada sampel 2 dengan Intensitas Curah Hujan I_{15}	113
Gambar 4.30	Tingkat Infiltrasi Tanah pada sampel 3 dengan Intensitas Curah Hujan I_{15}	116
Gambar 4.31	Grafi pengaruh frekuensi hujan terhadap kapasitas infiltrasi ...	118

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Gradasi tanah atau biasa disebut gradasi agregat adalah distribusi ukuran agregat. Dapat juga disebut pengelompokan agregat dengan ukuran yang berbeda sebagai presentase dari total agregat atau presentase kumulatif butiran yang lebih kecil atau lebih besar dari masing-masing seri bukaan saringan (Fakhli, 2014).

Gradasi agregat akan mempengaruhi luas permukaan tanah yang sekaligus akan mempengaruhi jumlah pasta/air yang lebih sedikit karena luas permukaan kecil. Apabila ditinjau dari volume pori (ruang kosong) antara butiran, maka tanah dengan butiran agregat yang bervariasi akan mengakibatkan volume pori lebih kecil dengan kata lain kemampuan menjadi tinggi. Hal ini berbeda dengan tanah yang memiliki butiran agregat seragam yang akan mempunyai volume ruang kosong yang lebih besar.

Gradasi agregat ditentukan dengan cara analisa saringan, dimana sampel agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawat, dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut.

Air dan tanah mempunyai keterkaitan yang sangat erat, pada saat air hujan sampai kepermukaan bumi, sebagian akan masuk kedalam tanah (infiltrasi) untuk menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*), sedangkan air hujan yang tidak terserap tanah akan menjadi aliran permukaan (*run-off*).

Tidak semua air infiltrasi mengalir kesungai atau tampungan lainnya, melainkan ada sebagian yang tetap tinggal dalam lapisan bagian atas (*top soil*) untuk kemudian di uapkan kembali ke aliran atmosfer melalui permukaan tanah (*evaporation*) dan melalui permukaan tajuk vegetasi (*transpiration*) (Asdak, 2001). Pergerakan air dalam tanah yang kondisinya jenuh akan mempengaruhi limpasan dan infiltrasi di daerah tersebut, sedangkan pergerakan tersebut sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah dan perubahan penggunaan lahan akan mempengaruhi sifat fisik tanah, sehingga berpengaruh juga dalam pergerakan air di dalam tanah.

Air di bumi sendiri meliputi air laut, air di udara, dan air di darat. Air di darat meliputi : air danau, air rawa, air selokan, dan air sungai. Semua air ini akan mengalami penguapan yang disebabkan oleh pemanasan sinar matahari. Dominasi air di bumi berwujud cair yang berada di lautan, sedangkan jumlah dan presentasinya dapat berubah secara dinamis seiring waktu dengan adanya siklus pergerakan air yang disebut siklus hidrologi.

Siklus hidrologi adalah rangkaian peristiwa yang terjadi dengan air dari saat air jatuh ke bumi hingga menguap keudara untuk kemudian jatuh lagi ke bumi. Air yang berasal dari atmosfer yang jatuh kebumi akan masuk kedalam permukaan tanah dan secara vertikal akan meresap melalui profil tanah. Proses meresapnya air kedalam tanah disebut infiltrasi (Arsyad, 1980). Infiltrasi di definisikan sebagai gerakan air kebawah melalui permukaan tanah kedalam profil tanah (Indarto, 2010). Infiltrasi dapat dinyatakan dalam dua dimensi, yaitu laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi adalah banyaknya air yang masuk kedalam tanah per satuan waktu, sedangkan

kapasitas infiltrasi merupakan laju infiltrasi maksimum yang ditentukan oleh jenis tanah dimana terjadinya infiltrasi.

Laju infiltrasi yang tinggi tidak hanya meningkatkan jumlah air yang tersimpan di dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman, tetapi juga mengurangi banjir dan erosi yang disebabkan oleh aliran permukaan (*run-off*) (Hakim, 1986).

Aliran permukaan hanya dapat diatur dengan memperbesar kemampuan tanah menyimpan air, utamanya dapat ditempuh melalui perbaikan atau peningkatan kapasitas infiltrasi.

Kapasitas infiltrasi menunjukkan seberapa besar kemampuan tanah dapat meresap air. Kapasitas Infiltrasi ini dipengaruhi oleh kondisi tanah dan vegetasi di atas permukaan tanah tersebut. Jenis dan tekstur tanah yang berbeda akan mempunyai kapasitas infiltrasi yang berbeda, begitupun dengan vegetasi yang ada di atasnya (Arsyad, 1989).

Menurut Tejoyuwono (1998), Kapasitas infiltrasi berhubungan dengan sifat fisik tanah. Tekstur, kerapatan, dan kadar air tanah merupakan contoh dari sifat fisik tanah yang mempunyai peran penting terhadap kapasitas infiltrasi. Besar kapasitas infiltrasi pada tekstur tanah yang berbeda mempunyai nilai yang berbeda, begitupun dengan kapasitas pada tekstur tanah yang sama. Hal ini bisa terjadi karna tanah tersebut dipengaruhi oleh penggunaan tanah. Tanah yang digunakan untuk pemukiman, kebun yang sering dicangkul, jalan dan vegetasi yang sedikit akan memiliki kapasitas infiltrasi yang kecil, begitupun sebaliknya.

Mengingat begitu pentingnya untuk mengetahui pengaruh faktor tersebut diatas terhadap karakteristik infiltrasi maka diperlukan analisis yang lebih spesifik dari masing-masing faktor pengaruh tersebut dengan melakukan pengujian experimental. Salah satu faktor yang penting untuk diteliti adalah **”Pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada frekuensi hujan berulang (Studi laboratorium dengan *Rainfall Simulator*)”**.

B. Rumusah masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi ?
2. Bagaimana pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi ?

C. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka secara khusus penelitian bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi.
2. Mengetahui pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi.

D. Manfaat penelitian

Sebagai tujuan hakekat dari suatu bentuk yang senantiasa diharuskan dapat memberikan kegunaan atau manfaat baik langsung maupun tidak langsung, maka penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Sebagai informasi bagaimana pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada beberapa jenis tanah yang berbeda.
2. Sebagai pengembangan ilmu berkaitan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi, dimana air hujan yang jatuh di permukaan tanah dapat dikondisikan agar tidak langsung dialirkan ke saluran drainase menuju kesungai, namun air hujan tersebut sebagian dikendalikan agar meresap ke dalam tanah sebagai imbuhan air tanah.

E. Batasan masalah

Agar tujuan penulisan ini mencapai sasaran yang diinginkan dan lebih terarah, maka diberikan batasan-batasan masalah, diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrologi Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat model simulasi hujan (*Rainfall simulator*).
3. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggradasian dari tiga jenis tanah (pasir, lanau, lempung).
4. Klasifikasi jenis dan sifat tanah dilakukan dengan uji laboratorium pada laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Penelitian ini menggunakan intensitas curah hujan wilayah kab. gowa, dengan intensitas curah hujan kala ulang lima belas tahun (I_{15}).
6. Penelitian ini dilakukan dengan tiga jenis sampel tanah yang memiliki gradasi berbeda (Sampel 1, Sampel 2, Sampel 3).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi tanah

Tanah dari pandangan ilmu teknik sipil merupakan himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 2012).

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik). Rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef, 1994).

Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara pertikel-partikel. Ruang diantara pertikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya (Hardiyatmo, 2012).

Menurut Suyono Sosrodarsono (1984), tanah didefinisikan sebagai partikel-partikel mineral yang tersemam maupun lepas sebagai hasil pelapukan dari batuan dimana rongga pori diantara partikel terisi oleh udara dan air. Akibat pengaruh cuaca dan pengaruh lainnya, tanah mengalami pelapukan sehingga terjadi perubahan ukuran dan bentuk butirannya.

Tanah merupakan benda yang tidak homogen, sangat bervariasi baik secara fisik (warna, tekstur), maupun secara kimia atau kandungan mineralnya. Usaha untuk membedakan tanah berdasarkan atas sifat-sifat yang dimilikinya disebut mengklasifikasi tanah. Klasifikasi tanah dapat

dibedakan menjadi klasifikasi alami dan klasifikasi teknis (Hardjowigeno, 1987).

Klasifikasi alami adalah klasifikasi berdasarkan atas sifat tanah yang dimilikinya tanpa menggabungkan dengan tujuan penggunaan tanah tersebut. Klasifikasi ini memberikan gambaran dasar sifat fisik, kimia, dan mineralogy tiap-tiap kelas tanah yang dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan untuk berbagai penggunaan tanah.

Klasifikasi teknis adalah klasifikasi tanah yang didasarkan pada sifat-sifat tanah yang berpengaruh pada kemampuan tanah untuk penggunaan tertentu. Dalam pengertian sehari-hari yang dimaksud dengan klasifikasi tanah adalah klasifikasi alami, sedangkan klasifikasi teknis ini umumnya disebut klasifikasi kemampuan atau kesesuaian lahan (Supirin, 2004).

1. Gradasi tanah

Gradasi tanah atau biasa disebut gradasi agregat adalah distribusi ukuran agregat. Dapat juga disebut pengelompokan agregat dengan ukuran yang berbeda sebagai presentase dari total agregat atau presentase kumulatif butiran yang lebih kecil atau lebih besar dari masing-masing seri bukaan saringan (Fakhli, 2014).

Gradasi agregat akan mempengaruhi luas permukaan tanah yang sekaligus akan mempengaruhi jumlah pasta/air yang lebih sedikit karena luas permukaan kecil. Apabila ditinjau dari volume pori (ruang kosong) antara butiran, maka tanah dengan butiran agregat yang bervariasi akan mengakibatkan volume pori lebih kecil dengan kata lain kemampuan

menjadi tinggi. Hal ini berbeda dengan tanah yang memiliki butiran agregat seragam yang akan mempunyai volume ruang kosong yang lebih besar.

Gradasi agregat ditentukan dengan cara analisa saringan, dimana sampel agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawat, dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut.

Berdasarkan butiran tanah yang telah di analisa saringan maka gradasi agregat dapat di bedakan atas :

a. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah gradasi agregat dengan ukuran butir yang hampir sama. Gradasi seragam ini disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat.

Bentuk tanah yang membulat (*granular* dan remah) yang banyak terdapat rongga/ruang kosong antar agregat. Gradasi agregat ini memiliki daya serap tinggi sehingga air mudah meresap kedalam tanah maka laju dan kapasitas infiltrasi yang dihasilkan semakin besar.

b. Gradasi rapat (*dense graded*)

Gradasi rapat adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi

menerus, atau gradasi baik (*well graded*). Bentuk gradasi yang sedikit rongga/ruang kosong sehingga air susah meresap kedalam tanah maka laju dan kapasitas infiltrasi semakin kecil.

c. Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali

d. Prosedur pemadatan tanah

Sebelum prosedur pengujian model simulasi hujan (*rainfall simulator*) dilaksanakan, perlu dilakukan pemadatan tanah pada tangki uji secara lapis per lapis dengan ketebalan per lapis sesuai yang direncanakan, dengan menggunakan persamaan :

$$D_r = \frac{\gamma_d \text{ Lapangan}}{\gamma_d \text{ Laboratorium}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dalam penelitian ini ada 3 sampel tanah yang digunakan yaitu (Dr1, Dr2, Dr3).

Setelah γ_d Lap diketahui, kemudian dikondisikan tanah dan volume tanah setelah dipadatkan (volume yang ditargetkan untuk dicapai dalam pemadatan).

$$\gamma_d \text{ Lap} = \frac{\text{Berat tanah yang akan dipadatkan}}{\text{Volume tanah setelah dipadatkan}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Vol. Padat} = \frac{\text{Berat tanah yang akan dipadatkan}}{\gamma_d \text{ Lapangan}} \dots\dots\dots (3)$$

Kemudian untuk mendapatkan ketinggian tanah yang akan di uji maka dihubungkan dengan volume yang di targetkan untuk dicapai dalam pemadatan menggunakan persamaan :

$$\text{Vol. Padat} = A \cdot t \dots\dots\dots(4)$$

$$t = \frac{\text{Vol.Padat}}{A}$$

Dengan :

D_r = kerapatan relatif

A = luas tangki uji pada alat *rainfall simulator*

t = tinggi sampel yang direncanakan (cm)

Dan untuk mendapatkan berat tanah kering dipadatkan pada setiap lapisan digunakan persamaan :

$$\gamma_{\text{dry}} = \frac{\text{Berat tanah kering}}{\text{Volume tanah kering}}$$

Dimana :

$$\text{Berat tanah kering} = \gamma_{\text{dry}} \times \text{volume tanah padat}$$

2. Sistem klasifikasi *Unified*

Dikutip dari Das. Braja. M (1998), memaparkan bahwa klasifikasi berdasarkan *Unified System* di kelompokkan menjadi :

- a. Tanah butir kasar (*coarse grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total . Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf (G) atau (S). (G) adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan (S) adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.

- b. Tanah butir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal (M) untuk lanau (*silt*) anorganik. (C) untuk lempung (*clay*) anorganik, dan (O) untuk lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*). Simbol (PT) digunakan untuk tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*).

Untuk klasifikasi yang benar perlu memperhatikan faktor-faktor berikut ini :

- 1) Presentase butiran yang lolos ayakan no.200 (fraksi halus)
- 2) Presentase butiran yang lolos ayakan no.40 (fraksi kasar)
- 3) Koefisien keseragaman (*Uniformity coefficient, Cu*) dan koefisien gradasi (*gradation coefficient, Cc*) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan no.200.
- 4) Batas cair (LL) dan indeks plastis (PL) bagian tanah yang lolos ayakan no.40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan no.200).

Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok seperti terlihat dalam table di bawah ini :

Tabel 2.1. Simbol klasifikasi tanah berdasarkan Unified System

Jenis tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
Kerikil Pasir	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau Lempung Organik Gambut	M	LL<50%	L
	C		
	O	LL>50%	H
	PT		

Sumber : Bowles, 1991

3. Sistem klasifikasi AASTHO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah untuk perencanaan timbunan jalan *subbase* dan *subgrade*. Sistem ini terutama ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut.

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan adalah analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Sistem klasifikasi AASHTO, dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Dalam buku mekanika tanah 1 (Hari Cristiyadi Hardiyatmo, 2012), memberikan formulasi untuk Indeks kelompok (*group index*) dengan simbol (GI) yang digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F-35)\{0,2+0,005(LL-40)\}+0,01(F-15)(PI-10) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

GI = Indeks kelompok (*group index*)

F = Persen butiran lolos saringan no. 200 (0,075 mm)

LL = Batas cair

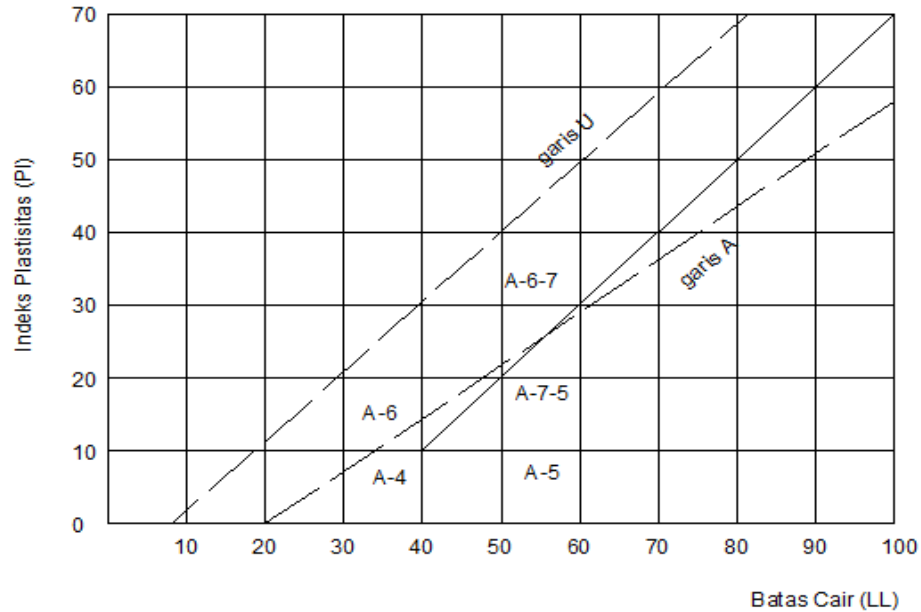
PI = Indeks plastisitas

Tabel 2.2. Sistem klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan no.200)						Tanah-tanah lanau-lempung (35% lolos saringan no.200)		
	A-1	A-1	A-2						A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a A-1-B		A-2-4 A-2-5	A-2-6 A-2-7		A-4	A-5	A-6	A-7-5/A-7-6
Analisa saringan(%lolos) 2.00 mm (no.10) 0,425 mm (no.40) 0,075 mm (no.200)	50 maks - 30 maks 50 maks 15 maks 25 maks	- 51 min 10 maks	- - 35 maks	- - 35	- - 35	- - 36 min	- - 36 min	- - 36 min	- - 36 min
Sifat fraksi lolos saringan No 40 Batas Cair (IL) Indeks Plastis (PI)	- - 6 maks	- Np	40 maks 41 min 10 maks 10 maks	40 maks 41 min 11 maks 11 maks		40 maks 41 min 10 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 41 min 11 min	41 min 11 min
Indeks kelompok (G)	0	0	0	4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil berlanau dan berlempung dan pasir			Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum pada tanah dasar	Sangat baik sampai baik					Sedang sampai buruk			

Sumber : Hary Cristiyadi Hardiyatmo, 2012

Bila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam penggunaan tanahnya. Tanah granular diklasifikasikan kedalam klasifikasi A-1 sampai A-3. Tanah A-1 merupakan tanah granuler yang bergradasi baik, sedang A-3 adalah pasir bersih yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan no.200), tetapi masih mengandung lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7, yaitu tanah lempung-lanau. Perbedaan keduanya didasarkan batas-batas Atterberg. gambar 2.1 dapat digunakan untuk memperoleh batas-batas antara batas cair (LL) dan indeks plastiitas (PI) untuk kelompok A-4 sampai A-7 dan sub kelompok dalam A-2.



Sumber : Hary Cristiyadi Hardiyatmo, 2012

Gambar 2.1 Batas Batas Atterberg Untuk Sub Kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7

Dalam gambar 2.1 garis A dari casagrande dan garis U digambarkan bersama-sama. Tanah organik tinggi seperti tanah gambut (*peat*) diletakkan dalam kelompok A-8. Hubungan antara klasifikasi *Unified* dan AASHTO ditinjau dari kemungkinan-kemungkinan kelompoknya, diperlihatkan dalam tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 2.3. Perbandingan sistem *Unified* dengan sistem AASHTO

Kelompok tanah Sistem <i>Unified</i>	Kelompok tanah yang sebanding dengan sistem AASHTO		
	Sangat Mungkin	Mungkin	Kemungkinan Kecil
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
GW	A-1-a	-	A-2-4, A-2-5 A-2-6, A-2-7
GP	A-1-a	A-1-b	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6 A-2-7
GM	A-1-b, A-2-4 A-2-5, A-2-7	A-2-6	A-4, A-5, A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
GC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6	A-4, A-7-6 A-7-5
SW	A-1-b	A-1-a	A-3, A-2-4 A-2-5, A-2-6, A-2-7
SP	A-3, A-1-b	A-1-a	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SM	A-1-b, A-2-4 A-2-5, A-2-7	A-2-6, A-4 A-5	A-6, A-7-6 A-7-6, A-1-a
SC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6 A-4, A-7-6	A-7-5
ML	A-4, A-5	A-6, A-7-5	-
CL	A-6, A-7-6	A-4	-
OL	A-4, A-5	A-6, A-7-5 A-7-6	-
MH	A-7-5, A-5	-	A-7-6
CH	A-7-6	A-7-5	-
OH	A-7-5, A-5	-	A-7-6
Pt	-	-	-

Sumber : Liu, 1967 dalam Hary Cristiyadi Hardiyatmo, 2012

Tabel 2.4. Perbandingan Sistem AASHTO Dengan Sistem Unified

Kelompok tanah AASHTO	Kelompok Tanah Yang Sebanding Dalam Sistem <i>Unified</i>		
	Sangat mungkin	Mungkin	Kemungkinan Kecil
A-1-a	GW, GP	SW, SP	GM, SM
A-1-b	SW, SP, GM, SM	GP	-
A-3	SP	-	SW, GP
A-2-4	GM, SM	GC, SC	GW, GP, SW, SP
A-2-5	GM, SM	-	GW, GP, SW, SP
A-2-6	GC, SC	GM, SM	GW, GP, SW, SP
A-2-7	GM, GC, SM, SC	-	GW, GP, SW, SP
A-4	ML, OL	CL, SM, SC	GM, GC
A-5	OOH, MH, ML, OL	-	SM, GM
A-6	CL	ML, OL, SC	GC, GM, SM
A-7-5	OH, MH	ML, OL, CH	GM, SM, GC, SC
A-7-6	CH, CL	ML, OL, SC	OH, MH, GC, GM, SM

Sumber : Liu, 1967 dalam Hary Cristiyadi Hardiyatmo, 2012

B. Pengertian laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi

1. Pengertian infiltrasi

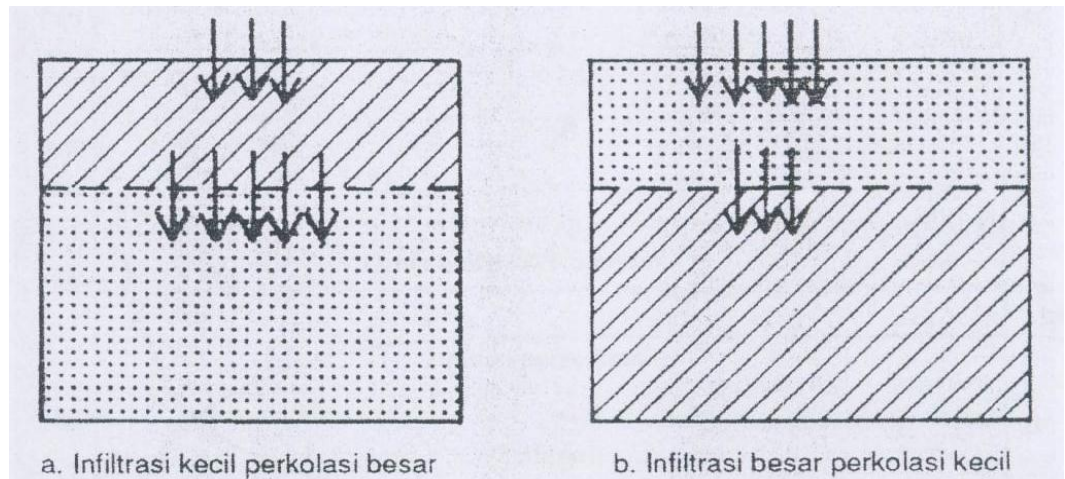
Istilah infiltrasi secara spesifik merujuk pada peristiwa masuknya air kedalam permukaan tanah. Infiltrasi merupakan satu-satunya sumber kelembaban tanah untuk keperluan pertumbuhan tanaman dan untuk memasok air tanah. Melalui infiltrasi, permukaan tanah membagi air hujan menjadi aliran permukaan, kelembaban tanah, dan air tanah (Schwab *et al*, 1996).

Infiltrasi berkaitan erat dengan perkolasi yaitu peristiwa Bergeraknya air kebawah dalam profil tanah. Infiltrasi menyediakan air untuk perkolasi. Laju infiltrasi tanah yang basah tidak dapat melebihi laju perkolasi (Arsyad, 1989).

Sri Harto (1993) mengilustrasikan keterkaitan antara infiltrasi dengan perkolasi dengan sketsa Gambar 2.2. Pada Gambar 2.2.a. formasi tanah lapisan atas mempunyai laju infiltrasi kecil tapi lapisan bawah mempunyai laju perkolasi tinggi, sebaliknya pada Gambar 2.2.b. lapisan atas dengan laju infiltrasi tinggi sedangkan laju perkolasi pada lapisan bawah rendah.

Pada Gambar 2,2.a. meski laju perkolasi tinggi tapi laju infiltrasi yang memberikan masukan air terbatas. Dalam keadaan seimbang kedua kenyataan ini ditentukan oleh laju infiltrasi. Sebaliknya pada Gambar 2.2.b. laju perkolasi yang rendah menentukan keadaan seluruhnya. Dalam

kenyataannya, proses yang terjadi tidak sesederhana itu, karena adanya kemungkinan aliran antara.



Sumber : Sri Harto, 1993

Gambar 2.2. Skema infiltrasi dan perkolasi pada dua lapisan tanah

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 infiltrasi maksimum yang dapat masuk kedalam tanah pada suatu saat (Arsyad, 1989).

2. Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi adalah banyaknya air per satuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah. Laju infiltrasi terbesar pada saat permulaan hujan dan menurun hingga mencapai angka minimum yang konstan. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh variasi intensitas hujan. Bila suatu saat air mulai menggenang dipermukaan tanah, berarti laju penambah air di permukaan tanah melampaui laju infiltrasi tertinggi. Laju infiltrasi maksimum dinamakan kapasitas infiltrasi (Horton, 1971).

Tanah yang berbeda-beda menyebabkan air meresap dengan laju yang berbeda-beda. Setiap tanah memiliki daya resap yang berbeda, yang diukur dalam millimeter per-jam (mm/jam). Jenis tanah berpasir umumnya cenderung mempunyai laju infiltrasi tinggi, akan tetapi tanah liat sebaliknya, cenderung mempunyai laju infiltrasi rendah. Untuk satu jenis tanah yang sama dengan kepadatan yang berbeda mempunyai laju infiltrasi yang bebrbeda pula. Makin padat makin kecil laju infiltrasinya (Wilson, 1983). Klasifikasi laju infiltrasi tanah dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Klasifikasi Infiltrasi

Deskripsi	Infiltrasi (mm/jam)
Sangat lambat	1
Lambat	1-5
Sedang lambat	5-20
Sedang	20-65
Sedang Cepat	65-125
Cepat	125-250
Sangat cepat	250

Sumber : Lee, 1990

Gradasi tanah mempunyai peran besar terhadap laju infiltrasi. Partikel-Partikel tanah pada umumnya terdiri dari fraksi pasir, debu dan liat. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh adanya perbedaan komposisi atau sering disebut gradasi dari ketiganya. Disamping itu, faktor setruktur tanah yang turut menentukan laju infiltrasi adalah jumlah, ukuran butiran tanah, dan kemampuan pori.

Menurut Triatmodjo (2010), infiltrasi dapat dihitung dengan infiltrabilitas tanah atau infiltrasi kumulatif. Satuan untuk dua parameter tersebut biasanya dalam mm/menit atau mm/jam. Jika laju infiltrasi pada

suatu saat adalah $f(t)$, maka infiltrasi kumulatif adalah $F(t)$. Hubungan antara laju infiltrasi dan infiltrasi kumulatif dinyatakan dalam model perhitungan laju infiltrasi Horton.

Model Horton adalah salah satu model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi. Horton mengakui bahwa laju infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai konstan.

Model Horton dalam buku Hidrologi Terapan (Bambang Triadmodjo, 2010), memberikan formulasi untuk laju infiltrasi, dapat dinyatakan secara matematis mengikuti persamaan berikut :

$$f = fc + (fo - fc)e^{-kt}; i \geq fc \text{ dan } k = \text{konstan} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- f = laju infiltrasi nyata (mm/jam)
- fc = laju infiltrasi tetap (mm/jam)
- fo = laju infiltrasi awal (mm/jam)
- k = konstanta geofisik

Model ini sangat simpel dan lebih cocok untuk data percobaan. Kelemahan utama dari model ini terletak pada penentuan parameternya fo , fc dan k dan ditentukan dengan data *fitting*.

3. Kapasitas infiltrasi

Kapasitas infiltrasi adalah kemampuan tanah dalam merembeskan air yang terdapat di permukaan tanah atau aliran air permukaan sebagian dalam tanah tersebut. Kapasitas infiltrasi adalah suatu sifat yang dinamis

yang dapat berubah secara nyata selama kejadian hujan badai tertentu, sebagai reaksi terhadap perubahan-perubahan musiman dalam air tanah, suhu, dan penutupan vegetasi, maupun sebagai akibat kegiatan-kegiatan pengelolaan hutan. Apabila aliran kapasitas infiltrasi semakin besar, maka aliran air di permukaan tanah semakin berkurang. Sebaliknya, semakin kecil kapasitas infiltrasi yang disebabkan banyaknya pori tanah yang tersumbat, maka aliran air permukaan bertambah atau meningkat (Kartasapoetra, 1989). Lee (1990), menambahkan bahwa dari segi hidrologi, infiltrasi adalah hal yang penting, karena hal tersebut menandai peralihan dari permukaan bumi yang bergerak cepat kedalam air dalam tanah yang bergerak lambat.

Kapasitas infiltrasi suatu tanah dipengaruhi oleh sifat-sifat fisiknya dan derajat kemampuannya, kandungan air dan permeabilitas lapisan-lapisan bawah permukaan, serta iklim mikro tanah. Lee (1990), juga mengatakan bahwa kapasitas infiltrasi merupakan suatu sifat yang dinamis, kapasitas tersebut paling besar bila curah hujan mulai, dan menurun secara progresif bila koloid-koloid tanah mengembang dan mengurangi ukuran pori-pori. Pada tingkat-tingkat kandungan air tanah yang sangat tinggi, infiltrasi dapat dihambat dengan adanya udara di dalam tanah karena udara tersebut akan sulit keluar untuk menciptakan ruang bagi air tambahan.

Secara garis besar faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi adalah struktur tanah yang sebagian besar dipengaruhi oleh gradasi tanah, tekstur tanah, pemadatan tanah dan ukuran pori.

Menurut Bermanakesumah (1978), jumlah dan ukuran pori yang menentukan kapasitas infiltrasi adalah jumlah pori-pori yang berukuran besar. Semakin banyak pori-pori berukuran besar maka semakin besar pula kapasitas infiltrasi.

Pada umumnya tanah liat memiliki ukuran pori halus, sedangkan pasir memiliki ukuran pori besar dan sedikit halus, sehingga kapasitas infiltrasi pada pasir lebih besar dari pada tanah liat.

Horton (1939), dalam (eagleson, 1970) dan (Raudkivi, 1979), menentukan persamaan Kapasitas infiltrasi atau jumlah air yang terinfiltrasi sebagai berikut :

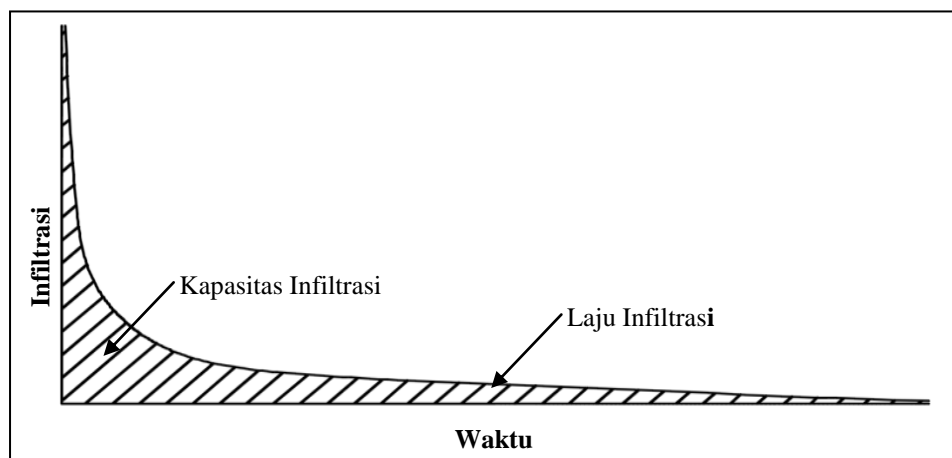
$$F_{(t)} = \int_0^t f(t) \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

F = Kapasitas infiltrasi (mm/jam)

f = Laju infiltrasi(mm/jam)

t = waktu (jam)



Sumber : Bambang Triatmodjo, 2008

Gambar 2.3. Kurva infiltrasi

C. Siklus hidrologi

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air laut oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara terus menerus. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Untuk menjaga siklus hidrologi agar komponen utamanya dapat bekerja sebagaimana mestinya, maka perlu dipertahankan kesetimbangan melalui proses pengisian air hujan dengan meresapkannya ke dalam pori-pori/rongga tanah, batuan atau yang disebut dengan upaya konservasi air.

Prinsip dasar konservasi air adalah mencegah atau meminimalkan air yang hilang sebagai aliran permukaan dan menyimpannya semaksimal mungkin ke dalam tubuh bumi.

Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda :

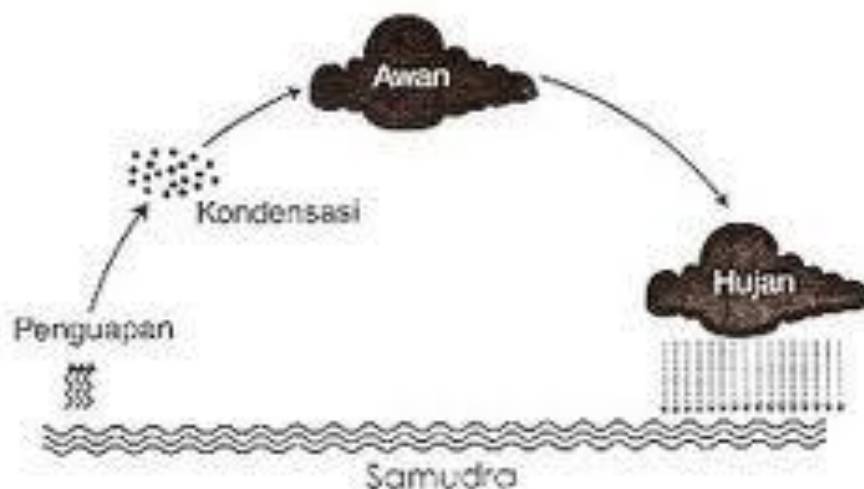
1. Evaporasi/transpirasi : air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan menguap keangkasa (atmosfir) dan kemudian akan menjadi awan.
2. Infiltrasi/Perkolasi kedalam tanah : air bergerak kedalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal

atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

3. Air Permukaan : Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau. Semakin landai lahan dan semakin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut.

Siklus hidrologi dibagi dalam 3 bagian, yaitu :

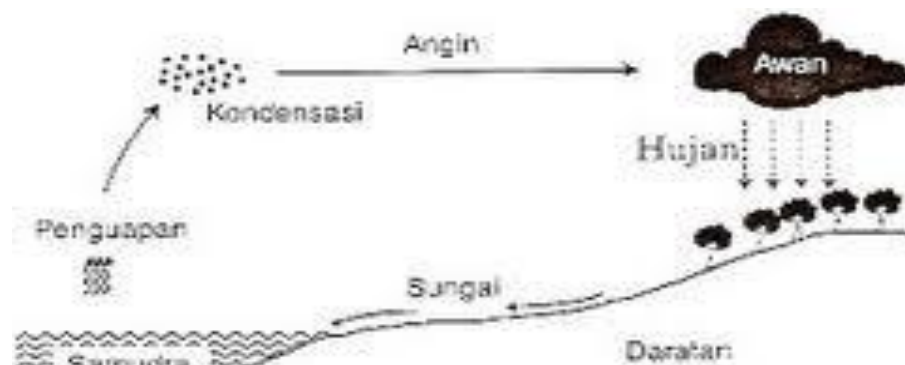
- a. Siklus hidrologi pendek adalah peristiwa air laut yang menguap karena pemanasan yang tinggi. Uap air ini menguap ke angkasa , menjadi awan kemudian turun sebagai hujan pada permukaan air laut.



Sumber : www.budisma.net/2015/02/3-macam-siklus-hidrologi.html

Gambar 2.4. Siklus Hidrologi Pendek

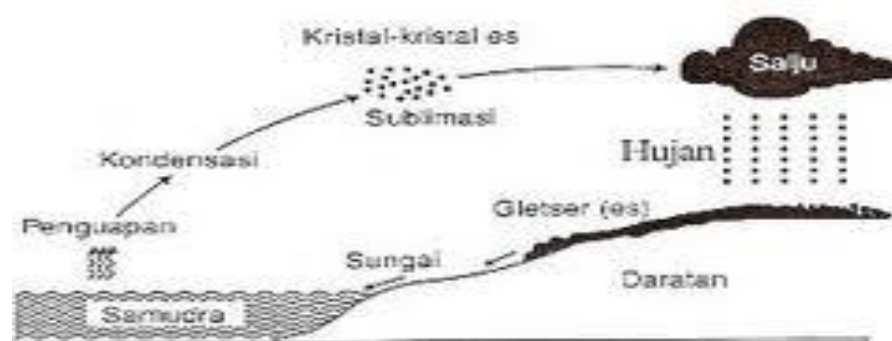
- b. Siklus Hidrologi sedang adalah peristiwa air permukaan yang menguap dan menjadi awan. Karena adanya angin yang bertiup, maka awan yang terbentuk di atas permukaan laut terdorong hingga ke atas daratan dan turun sebagai hujan di daratan. Hujan yang jatuh di daratan mengalir melalui sungai dan masuk kembali ke laut.



Sumber : www.budisma.net/2015/02/3-macam-siklus-hidrologi.html

Gambar 2.5. Siklus Hidrologi Sedang

- c. Siklus hidrologi panjang adalah peristiwa yang hampir sama dengan siklus hidrologi sedang. Perbedaannya adalah daerah yang di cakupnya sangat luas hingga ke daerah subtropis. Angin mendorong awan hingga jauh ke daratan, sehingga berubah menjadi hujan salju dan mengalir melalui sungai serta kembali lagi ke laut.

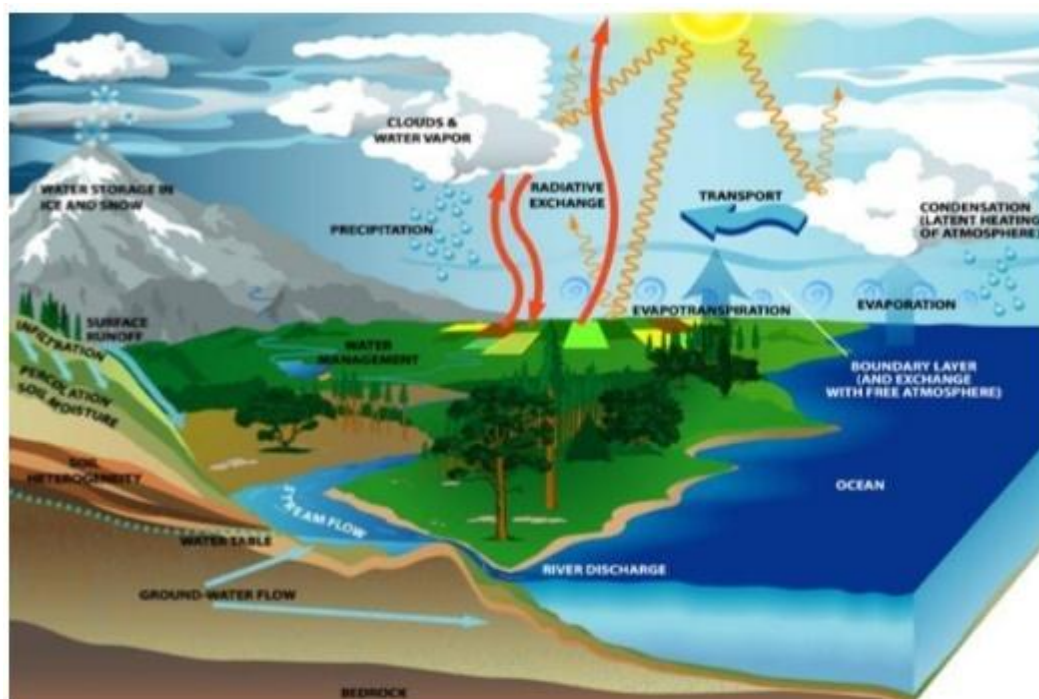


Sumber : www.budisma.net/2015/02/3-macam-siklus-hidrologi.html

Gambar 2.6. Siklus Hidrologi Panjang

1. Elemen dalam siklus hidrologi

Keberadaan air di bumi mengalami proses alam yang berlanjut dan berputar sehingga membentuk suatu siklus atau daur ulang. Dengan demikian jumlah air yang ada di bumi merupakan satu kesatuan yang utuh dan bersifat tetap. Proses pengurangan dan pengisian kembali sumber-sumber air di bumi dari suatu tempat ke tempat yang lain membutuhkan waktu yang lama dan diatur dalam suatu siklus tertutup yang disebut dengan siklus hidrologi yang melibatkan elemen-elemen : presipitasi, evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, infiltrasi, dan limpasan di permukaan (*surface run off*).



Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010

Gambar 2.7. Siklus Hidrologi

Dalam hidrologi terdiri atas beberapa elemen, elemen hidrologi tersebut antara lain :

- a. Presipitasi, proses perubahan uap air menjadi bentuk salju, air hujan, dan lain-lain di atmosfer yang kemudian jatuh ke atas vegetasi, batuan, permukaan tanah, permukaan air, dan saluran-saluran sungai.
- b. Intersepsi, proses penangkapan air oleh vegetasi, yang kemudian bertranspirasi dan/atau mencapai permukaan tanah dengan menetes atau sebagai aliran batang (melalui batang pohon).
- c. Evaporasi, proses penguapan air dari daratan, lautan, sungai, dan danau ke udara.
- d. Transpirasi, proses menguapnya air dari vegetasi ke udara.
- e. Evapotranspirasi, proses gabungan dari evaporasi dan transpirasi.
- f. Infiltrasi, proses masuknya air ke dalam tanah pada zona tidak jenuh.
- g. Perkolasi, proses masuknya air dari zona tidak jenuh ke zona jenuh.
- h. Detensi permukaan, Suatu selaput air yang tipis pada permukaan tanah setelah bagian presipitasi yang pertama membasahi permukaan tanah dan berinfiltrasi.
- i. Limpasan permukaan, aliran yang terjadi saat presipitasi lebih besar dari pada infiltrasi.
- j. Cadangan depresi, aliran yang disimpan dalam mangkok depresi permukaan yang di peroleh dari limpasan permukaan.

2. Peranan air tanah terhadap siklus hidrologi

Menurut Gelhar (1972) dalam (Seyhan, 1977), Bumi memiliki sekitar 1,3 -1,4 milyar km² air, yang terbagi atas laut sejumlah 97,5%, dalam bentuk es sejumlah 1,75% dan sekitar 0,73% berada di darat. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan mengalir kedaerah yang lebih

rendah dan masuk ke sungai akhirnya mengalir sampai ke laut, dalam perjalanan air tersebut sebagian akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi) dan ada pula yang menguap kembali.

Sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) dengan mengisi tanah/bebatuan dekat permukaan bumi yang kemudian disebut akuifer dangkal, dan sebagian lagi terus masuk ke dalam tanah untuk mengisi lapisan akuifer yang lebih dalam. Proses ini berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Lokasi pengisian (*recharge area*) dapat jauh sekali dari lokasi pengambilan airnya (*discharge area*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah (*groundwater runoff*) limpasan air tanah.

Dan Gelhar (1972) dalam (Seyhan, 1977) menambahkan, Lebih dari 98% dari semua air tawar (diduga sedikit lebih dari pada $7 \times 10^6 \text{ km}^3$) di atas muka bumi tersembunyi di bawah permukaan dalam pori-pori batuan dan bahan-bahan butiran. Dua persen sisanya adalah apa yang kita lihat di danau-danau, sungai dan reservoir. Separuh dari dua persen ini disimpan di reservoir buatan. Sembilan puluh delapan persen dari air di bawah permukaan disebut air tanah

Daryanto (2004), menyatakan bahwa : Air tanah ialah air yang melekat pada butir-butir tanah, air yang terletak diantara butir-butir tanah, dan air yang tergenang di atas lapisan tanah yang terdiri dari batu, tanah lempung yang amat halus atau padat yang sukar ditembus air.

D. Hubungan frekuensi hujan berulang dengan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi

1. Frekuensi hujan berulang

Hujan adalah sebuah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh permukaan tanah atau laut. Hujan biasanya terjadi karena pendinginan udara atau penambahan uap air keudara. Turunnya hujan biasanya tidak lepas dari pengaruh kelembaban udara yang memacu jumlah-jumlah titik air yang terdapat pada udara (Wibowo. H, 2008).

Frekuensi hujan adalah jumlah air yang jatuh kepermukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi millimeter (mm) diatas permukaan horizontal bila tidak menguap (evaporasi), mengalir (*run-off*), dan meresap kedalam tanah (infiltrasi).

Periode ulang adalah terminologi yang sering digunakan dalam bidang sumber daya air, yang kadang di pahami berbeda oleh segala pihak. Definisi fundamental dari hidrologi statistic mengenai "periode ulang" (Haan, 1977): "Periode ulang adalah rerata selang waktu terjadinya suatu kejadian dengan suatu besaran tertentu atau lebih besar"

Frekuensi hujan berulang adalah rerata jumlah air hujan yang memiliki intensitas sama yang jatuh secara berulang.

a. Karakteristik intensitas curah hujan wilayah

Sosrodarsono dan Takeda (2006), memaparkan bahwa curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan

air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam (mm).

Secara kualitatif, intensitas curah hujan disebut juga derajat curah hujan, sebagaimana diperlihatkan dalam tabel 2.6 (Suripin, 2004) dibawah ini :

Tabel 2.6. Derajat curah hujan dan intensitas curah hujan

Derajat curah hujan	Intensitas curah hujan (mm/jam)	Kondisi
Hujan sangat lemah	< 1,20	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit.
Hujan lemah	1,20 – 3,00	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat puddel.
Hujan normal	3,00 – 18,0	Dapat dibuat puddel dan bunyi curah hujan kedengaran.
Hujan deras	18,0 – 60,0	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan kedengaran dari genangan.
Hujan sangat deras	> 60,0	Hujan seperti ditumpahkkan, saluran dan drainase meluap.

Sumber : Suripin, (2004)

Dalam penelitian ini perhitungan curah wilayah yang digunakan adalah metode rata-rata Aljabar (*Mean Arithmetic Method*). Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan.

$$\bar{R} = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots \dots \dots (8)$$

Di mana:

\bar{R} = Curah hujan daerah (mm)

n = Jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan (mm)

$R_1, R_2, \dots + R_n$ = Curah hujan di setiap titik pengamatan (mm).

b. Analisa frekuensi dan curah hujan rencana

Dalam penentuan distribusi frekuensi ada persyaratan yang perlu dipenuhi, yaitu mengenai nilai parameter-parameter statistiknya. Parameter tersebut antara lain: koefisien variasi, koefisien asimetri (*skewness*) dan koefisien kurtosis. Analisa frekuensi harus dilakukan secara bertahap dan sesuai dengan urutan kerja yang telah ada karena hasil dari masing-masing perhitungan tergantung dan saling mempengaruhi terhadap hasil perhitungan sebelumnya. Berikut adalah penerapan langkah-langkah analisis frekuensi setelah persiapan data dilakukan (Hadisusanto, 2011).

1) Nilai rerata \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots (9)$$

2) Standar deviasi (S):

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right)} \dots\dots\dots (10)$$

Dengan:

S = Standar deviasi

X = Curah hujan rancangan pada periode tertentu

\bar{X} = Curah hujan harian maksimum rata-rata

n = Jumlah data

3) Koefisien variasi (Cv):

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \dots\dots\dots(11)$$

Dengan:

Cv = Koefisien variasi

4) Koefisien asimetri/*skewness* (Cs):

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2).S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \dots\dots\dots(12)$$

Dengan:

Cs = Koefisien asimetri/*skewness* (Cs)

5) Koefisien kurtosis (Ck):

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2).S^4} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \dots\dots\dots(13)$$

Dengan:

Ck = Koefisien kurtosis

Untuk analisa frekuensi dengan logaritma persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1) Nilai rerata $\overline{\text{Log } X}$:

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Log } x_i \dots\dots\dots(14)$$

2) Standar deviasi (Sd):

$$Sd = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1} \right)} \dots\dots\dots (15)$$

Dengan:

S = Standar deviasi

Log X = Logaritma curah hujan rancangan pada periode tertentu

$\overline{\text{Log } X}$ = Logaritma curah hujan harian maksimum rata-rata

n = Jumlah data

3) Koefisien variasi (Cv):

$$C_v = \frac{S}{\overline{\text{Log } X}} \dots\dots\dots (16)$$

Dengan:

Cv = Koefisien variasi

4) Koefisien asimetri/*skewness* (Cs):

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2).S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3 \dots\dots\dots (17)$$

Dengan:

Cs = koefisien asimetri/*skewness* (Cs)

5) Koefisien kurtosis (Ck):

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4} \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^4 \dots\dots\dots (18)$$

Dengan:

Ck = koefisien kurtosis

Curah hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Untuk mendapatkan curah hujan rancangan (Rt) dilakukan melalui analisa frekuensi, antara lain metode distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson tipe III.

Tabel 2.7. Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

S	Sebaran	Syarat
u	Normal	$(\bar{x} \pm s) = 68,27\%$
m		$(\bar{x} \pm 2s) = 95,44\%$
b	Log Normal	$C_s \approx 0$
e		$C_k \approx 3$
r	Gumbel	$C_s = C_v^3 + 3C_v$
:	Log Pearson III	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
		$C_s = 1,1396$
		$C_k = 5.4002$
		Selain dari nilai di atas

Sumber : Bambang Triatmodjo (2008)

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Log Pearson tipe III, berikut langkah-langkah perhitungan curah hujan dengan metode Log Pearson tipe III.

1) Nilai Rata-rata :

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i)}{n} \dots\dots\dots (19)$$

2) Standar Deviasi :

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1} \dots\dots\dots (20)$$

3) Koefisien Kepencengan :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X}^3}{(n-1)(n-2)(S_x)^3} \dots\dots\dots (21)$$

4). Curah Hujan Rencana :

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + G \cdot S_x \dots\dots\dots (18)$$

X = Anti Log X

Dimana:

Log X = Logaritma curah hujan yang di cari

$\overline{\text{Log}X}$ = Logaritma rerata dari curah hujan

Log Xi = Logaritma curah hujan tahun ke i

G = Konstanta Log Person III

Sx = Simpangan Baku

n = Jumlah Data

Tabel 2.8. Nilai G distribusi Log Pearson tipe III berdasarkan nilai koefisien kepengcengan (Cs)

Koeff. Kemoncengan (Cs)	Periode Ulang (Tahun)								
	2	5	10	25	50	100	200	1000	
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250	
2,5	-0,360	0,418	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600	
2,2	-0,330	0,414	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200	
2,0	-0,307	0,409	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910	
1,8	-0,282	0,403	1,318	2,193	2,848	3,489	4,147	5,660	
1,6	-0,254	0,400	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390	
1,4	-0,225	0,405	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110	
1,2	-0,195	0,432	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820	
1,0	-0,164	0,458	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540	
0,9	-0,148	0,469	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395	
0,8	-0,132	0,480	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250	
0,7	-0,116	0,490	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105	
0,6	-0,099	0,500	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960	
0,5	-0,083	0,508	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815	
0,4	-0,066	0,516	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670	
0,3	-0,050	0,524	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525	
0,2	-0,033	0,530	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380	
0,1	-0,017	0,536	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235	
0,0	0,000	0,542	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090	
-0,1	0,017	0,536	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950	
-0,2	0,033	0,530	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810	
-0,3	0,050	0,523	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675	
-0,4	0,066	0,515	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540	
-0,5	0,083	0,506	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400	
-0,6	0,099	0,497	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275	
-0,7	0,116	0,487	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150	
-0,8	0,132	0,476	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035	
-0,9	0,148	0,464	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910	
-1,0	0,164	0,452	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800	
-1,2	0,195	0,444	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625	
-1,4	0,225	0,432	1,041	1,198	1,270	1,338	1,381	1,465	
-1,6	0,254	0,417	0,995	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280	
-1,8	0,282	0,399	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130	
-2,0	0,307	0,377	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000	
-2,2	0,330	0,352	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910	
-2,5	0,360	0,311	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802	
-3,0	0,396	0,236	0,666	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668	

Sumber : Hadisusanto, 2011

c. Intensitas Curah Hujan

Cara hujan jangka pendek dinyatakan dalam intensitas per jam yang disebut intensitas curah hujan (mm/jam). Besarnya intensitas curah hujan itu berbeda-beda yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Dalam penelitian ini digunakan rumus Mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m \dots\dots\dots(22)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan (menit),

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

2. Hubungan frekuensi hujan dengan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi

Ketika hujan turun, tetesan pertama air hujan dicegat oleh tajuk tanaman, daun dan batang tanaman. Hal ini biasanya disebut sebagai simpanan intersepsi.

Kalau hujan berlangsung terus-menerus, air hujan mencapai permukaan tanah dan meresap kedalam tanah sampai mencapai tahap dimana tingkat curah hujan (intensitas) melebihi kapasitas infiltrasi tanah. Setelah itu, terjadi genangan air dipermukaan tanah, mengisi selokan, dan depresi lainnya (*storage depression*), dan kemudian dihasilkan air limpasan permukaan (*runoff*).

Kapasitas infiltrasi tanah tergantung pada tekstur dan struktur tanah, kadar air tanah awal (curah hujan sebelumnya atau musim kemarau). Kapasitas awal (dari tanah kering) biasanya cukup tinggi, tetapi karena hujan berlangsung terus, maka kapasitas ini berkurang hingga mencapai nilai stabil dan disebut sebagai laju resapan akhir (laju infiltrasi).

Proses terjadinya limpasan permukaan berlangsung terus selama intensitas curah hujan melebihi kapasitas infiltrasi aktual tanah, tetapi segera berhenti setelah tingkat curah hujan menurun hingga di bawah laju infiltrasi actual.

E. Review terkait penelitian sebelumnya

Munaljid, Jati K (2015), meneliti tentang aplikasi model infiltrasi pada tanah dengan model kostiyacov dan model horton menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penelitian ini ditekankan pada infiltrasi terhadap tanah menggunakan alat rainfall simulator yang bertujuan untuk mengetahui model infiltrasi terbaik jika mengaplikasikan model kostiyacov dan model horton terhadap laju infiltrasi pada alat simulasi hujan (*rainfall simulator*)

Tanah yang akan diuji pada alat simulator hujan akan divariasikan 3 macam kepadatan yaitu d1, d2, dan d3. Setiap 1 kepadatan memiliki 3 macam kemiringan yaitu 2%, 3%, dan 4%. Setiap percobaan pada alat simulator hujan memiliki intensitas hujan sebesar 2 lt/menit.

Dari hasil analisis, menunjukkan laju infiltrasi sangat dipengaruhi oleh kepadatan dan kemiringan. Kepadatan tanah dan kemiringan yang semakin tinggi membuat nilai laju infiltrasi semakin kecil. Sebaliknya, kepadatan tanah

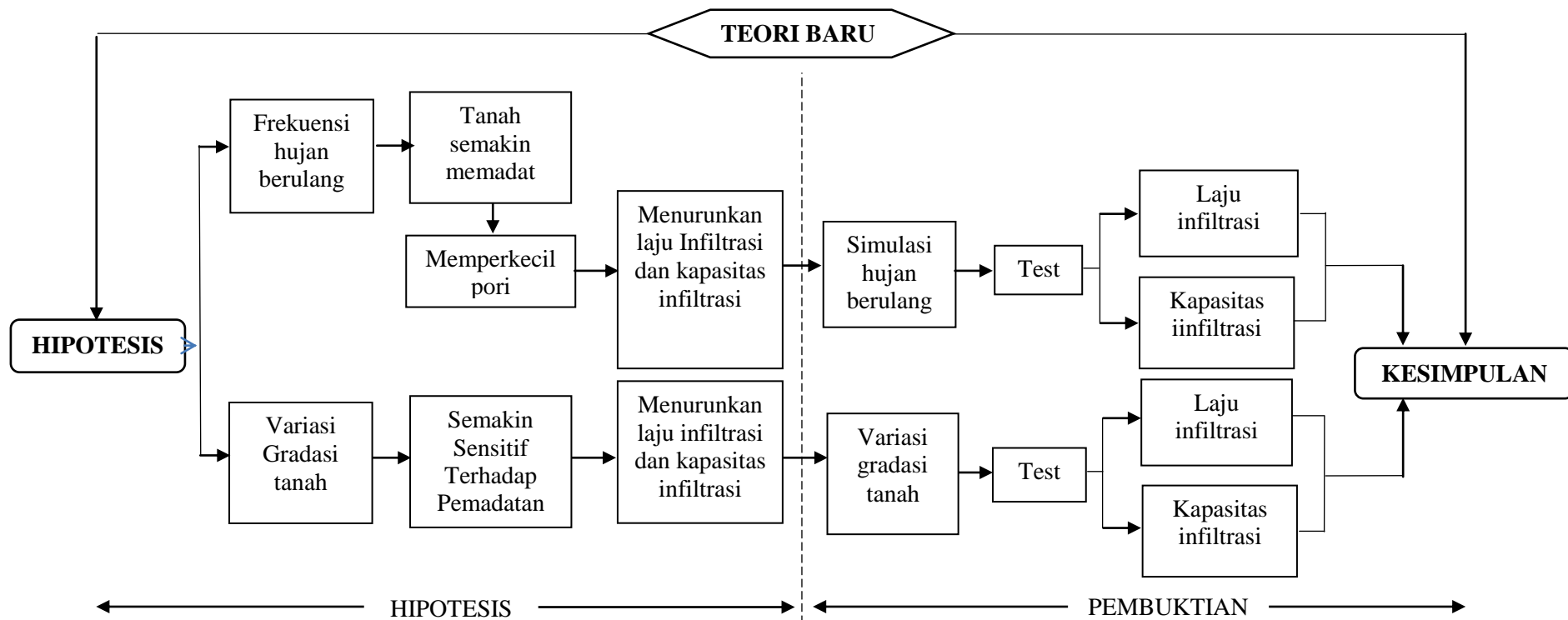
dan kemiringan yang semakin rendah membuat nilai laju infiltrasi semakin besar. Rata – rata kesalahan relatif pada Model Horton 20,365% lebih kecil dibandingkan pada Model Kostiyacov 29,498%, dan nilai korelasi pada Model Horton 0,884 lebih besar dari Model Kostiyacov 0,594. Hasil ini menunjukkan Model Horton lebih baik dari Model Kostiyacov pada penelitian di alat *rainfall simulator*.

Nurnawaty, dan Rakhim (2015), meneliti tentang kapasitas infiltrasi tanah timbunan dengan tutupan paving blok (Uji model laboratorium). Masalah yang diteliti dalam skripsi ini adalah bagaimana mengetahui berapa besar pengaruh lapisan paving block dengan variasi curah hujan terhadap kepadatan tanah timbunan dan kapasitas infiltrasi dengan menggunakan model laboratorium yang menggunakan bahan timbunan dan paving blok dan alat *rainfall simulator*.

Hasil Penelitian menunjukkan Kapasitas infiltrasi dengan kepadatan tanah 90% tanpa tutupan terjadi pada menit ke 20 sebesar 3,36 cm/jam, dengan tutupan 50% paving blok pada menit ke 15 sebesar 0,24 cm/jam dan tutupan 100% paving blok pada menit ke 10 sebesar 0,75. Penggunaan paving blok dapat memperbesar infiltrasi dan mengurangi *run off*.

F. Kerangka fikir

Adapun kerangka fikir yang akan digunakan dalam penelitian ini dengan membuat hipotesis dan kemudian dilanjutkan dengan pembuktian seperti pada gambar 2.8 sebagai berikut :



Gambar 2.8. Kerangka fikir penelitian

Hipotesis :

Semakin banyak frekuensi hujan berulang, semakin padat struktur butiran tanah sehingga laju infiltrasi semakin rendah dan kapasitas infiltrasi semakin menurun.

Pembuktian :

Pengujian dengan *rainfall simulator*, menggunakan 5 kali frekuensi hujan berulang dengan intensitas curah hujan (I_{15}) untuk mengetahui laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada setiap jenis sampel tanah yang digunakan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan waktu penelitian

1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Hidrologi Universitas Muhammadiyah Makassar. Untuk uji karakteristik tanah dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Waktu penelitian

Pengambilan data penelitian dilaksanakan pada tanggal 23 april sampai dengan 16 mei 2018.

B. Jenis penelitian dan sumber data

1. Jenis penelitian

Jenis penelitian ini adalah “pengujian (*Model Experimental*)” dengan menggunakan alat *rainfall simulator*, dimana kondisi penelitian ini didisain dan diatur sedemikian rupa dengan mengacu pada sumber-sumber rujukan/literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut

2. Sumber data

Pada penelitian ini akan menggunakan sumber data yakni :

- a. Data primer, data yang diperoleh secara langsung dari simulasi dan pengamatan langsung dari model fisik di laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.

- b. Data sekunder, data yang diperoleh dari instansi terkait seperti data curah hujan untuk wilayah Kabupaten Gowa, dari Dinas PU dan BMKG Kabupaten Gowa, serta data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik penelitian laboratorium maupun penelitian langsung di lapangan yang terkait dengan penelitian ini.

C. Rancangan penelitian

Untuk memudahkan penelitian ini dilakukan rancangan penelitian yang meliputi: persiapan alat dan bahan, prosedur penelitian serta data dan variabel penelitian. Uraian mengenai rancangan penelitian tersebut disusun sebagai berikut :

1. Alat

- a. Satu set alat *Rainfall Simulator*

Alat simulasi hujan (*rainfall simulator*) yang digunakan dalam penelitian ini memanfaatkan *rainfall simulator* yang terdapat di laboratorium Hidrologi Universitas Muhammadiyah Makassar. *Rainfall Simulator* yang digunakan dalam penelitian ini adalah type basic hydrology sistem. Berikut gambar dan bagian-bagian dari alat *rainfall Simulator* yang terdapat pada laboratorium Hidrologi Universitas Muhammadiyah Makassar :

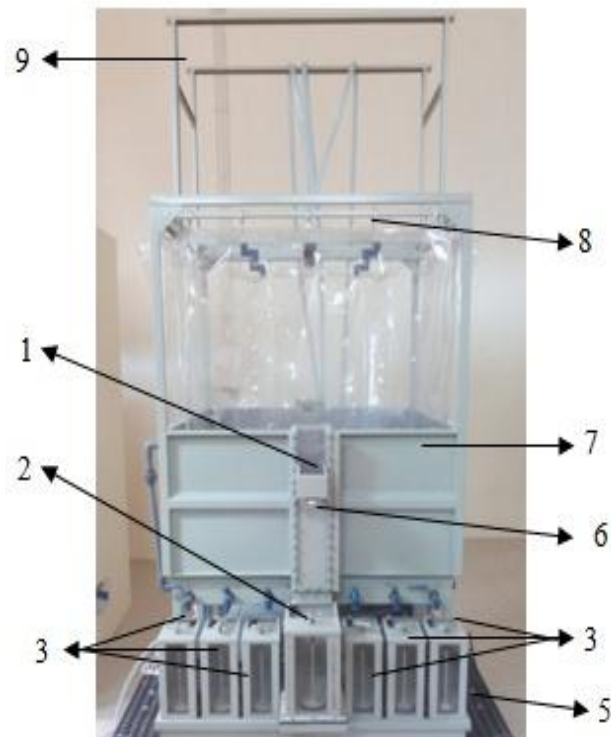


Gambar 3.1 Tampak depan alat *rainfall simulator*

Keterangan gambar 3.1 :

- 1) Bak percobaan utama.
- 2) Pintu keluaran air dari bak percobaan utama.
- 3) Bejana pengukuran *drain* sisi kiri (ada 6 buah).
- 4) Penampungan air dan penyaring air buangan dari bejana pengukuran keluaran bak percobaan.
- 5) Penampungan air dan penyaring air buangan dan bejana.
- 6) pengukuran keluaran bak percobaan.
- 7) Panel kendali 1.
- 8) *Reservoir* (penampungan air sumber hujan).
- 9) Penampung air buangan untuk seluruh bejana pengukuran *drain* dari seluruh *drain*.
- 10) Panel kendali katup untuk operasional *Basic Hydrology study System*

- 11) Saluran pembuangan bejana pengukuran dari *drain*.
- 12) Bejana pengukuran *drain* sisi kanan (ada 6 buah).
- 13) *Manometer Bank* (ada 23 titik untuk dua sumbu berbeda).
- 14) Bejana sebagai masukan sumber air untuk mensimulasikan aliran sungai pada bak percobaan.
- 15) Posisi penempatan *nozzle* hujan pada *gantry* (dudukan menggantung).
- 16) *Gantry* (dudukan menggantung)



Gambar 3.2. Tampak samping kiri alat *rainfall simulator*

Keterangan gambar 3.2 :

- 1) Tempat pemasangan belalai saluran air ke bejana pengukuran keluaran bak percobaan.
- 2) Bejana pengukuran keluaran air dari bak percobaan utama.
- 3) Bejana pengukuran *drain* sisi kiri (ada 6 buah).

- 4) Penampungan air buangan untuk seluruh bejana pengukuran *drain* dari seluruh *drain*.
- 5) Pijakan kaki sebagai alat bantu untuk memudahkan aktifitas di bak percobaan.
- 6) Pintu keluaran air dari bak percobaan utama.
- 7) Bak percobaan utama.
- 8) Posisi penempatan *nozzle* hujan pada *gantry* (dudukan menggantung)
- 9) *Gantry* (dudukan menggantung).



Gambar 3.3. Media uji tangkap air hujan

- b. Alat tulis dan tabel isian data dari hasil pengamatan.
- c. Kamera digital untuk dokumentasi proses pengamatan.
- d. Komputer untuk pengimputan data.
- e. Pipa sampel yang akan digunakan untuk media tanah.
- f. *Stopwatch* sebagai alat untuk menghitung waktu lama penggenangan dan permeabilitas tanah.
- g. Kalkulator sebagai alat hitung.

- h. Cangkul, martil, kantong plastik, skop), dan lain- lainnya yang digunakan untuk membantu kelancaran penelitian.

2. Bahan

Bahan yang di gunakan dalam penelitian sebagai berikut :

- a. Tanah, jenis tanah yang digunakan adalah pasir, lempung dan lanau yang divariasikan gradasinya.
- b. Air, jenis air yang digunakan adalah air yang tidak terkontaminasi dengan air limbah, untuk membuat hujan buatan dengan menggunakan alat simulasi hujan (*rainfall simulator*).

3. Prosedur pelaksanaan penelitian

- a. Penelitian dan pemeriksaan media tanah

Setelah pengambilan sampel tanah pada lokasi yang ditentukan, tanah tersebut terlebih dahulu dijemur dibawah sinar matahari sampai kering, setelah tanah dalam keadaan kering kemudian tanah tersebut disaring dengan nomor ayakan yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan penelitian, agar mendapatkan kondisi tanah yang bagus untuk dilakukan penelitian pada alat simulasi hujan (*rainfall simulator*).

- b. Prosedur setting media tanah

Sebelum prosedur pengujian model simulasi hujan (*rainfall simulator*)dilaksanakan, perlu dilakukan pemadatan tanah pada tangki uji secara lapis per lapis dengan ketebalan per lapis sesuai yang direncanakan menggunakan persamaan (1).

Dalam penelitian ini ada 3 sampel tanah yang digunakan yaitu (Dr1, Dr2, Dr3).

Setelah γ_d Lap diketahui, kemudian dikondisikan berat tanah dan volume tanah setelah dipadatkan (volume yang ditargetkan untuk dicapai dalam pemadatan) dengan menggunakan persamaan (2) dan (3).

Kemudian untuk mendapatkan ketinggian tanah yang akan di uji maka dihubungkan dengan volume yang di targetkan untuk dicapai dalam pemadatan menggunakan persamaan (4).

Dan untuk mendapatkan berat tanah kering dipadatkan pada setiap lapisan digunakan persamaan (5).

c. Proseddur running test

- 1) Stel alat *rainfall simulator* sesuai dengan intensitas curah hujan yang akan diaplikasikan (I_{15}) sebagai berikut :
 - a) Pertama isi bak penampungan air sumber hujan buatan
 - b) Nyalakan alat, dan tadah hujan yang belum di stel intensitasnya agar tidak mengenai tanah sampel.
 - c) Stel flowmeter untuk mendapatkan intensitas curah hujan yang sesuai hasil perhitungan
 - d) Setelah mendapat intensitas yang di inginkan, tunggu sampai jarum penunjuk pada *flowmeter* stabil pada intensitas curah hujan yang diinginkan.
 - e) Saat jarum penunjuk pada *flometer* sudah stabil mulai lah pengamatan infiltrasi

- 2) Pencatatan infiltrasi dilakukan pada menit 1' 2' 3' 5' 7' 10' 15' 20' 25' 30' 35' 40' 45' 50' 55' 60' 70' 80' 90' 100' 110' 120' 130' 140' 150' 160' 170' 180' 200' 220' 240' 260' 280' 300' 330' 360' dst setiap penambahan 30 menit sampai infiltrasi berhenti.
- 3) Lakukan pengujian dengan frekuensi hujan yang sama secara berturut-turut : 1x, 2x, 3x, 4x, 5x.
- 4) Penambahan frekuensi dilakukan setelah infiltrasi berhenti

d. Prosedur pengamatan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi

Pengamatan infiltrasi pada sampel tanah pertama yang dilanjutkan dengan sampel tanah kedua dan ketiga yang memiliki gradasi berbeda. Tiap setiap waktu yang direncanakan, infiltrasi yang terjadi dicatat. Masing-masing infiltrasi yang ditampung dalam *drain* ukur, kemudian volume air dicatat dalam tabel pengamatan. Setelah pengamatan sampai air tidak dapat meresap lagi (sampai kondisi laju infiltrasi maks konstan), kemudian hujan buatan dihentikan dan sampel tanah kemudian diganti dengan sampel tanah yang lain, dan dilakukan percobaan berikutnya untuk sampel tanah yang berbeda.

4. Variabel penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut, sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang diterapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2012).

Pada penelitian ini telah ditentukan 2 (dua) variabel, yaitu variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*).

a. Variabel bebas (*independent variable*)

Menurut Sugiyono (2011), variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas pada penelitian ini, yaitu :

- 1) Gradasi tanah
- 2) Frekuensi hujan berulang

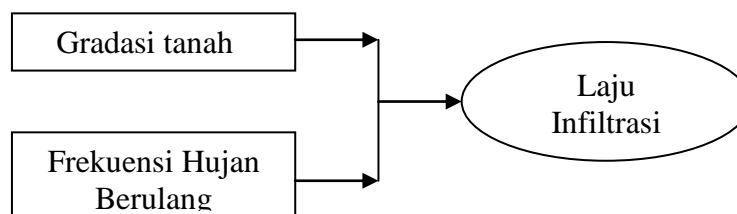
b. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2011). Variabel terikat pada penelitian ini, yaitu:

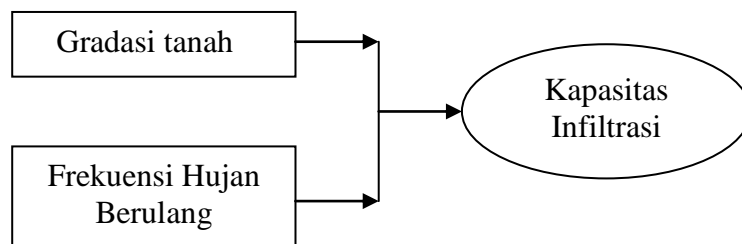
- 1) Laju infiltrasi
- 2) Kapasitas infiltrasi

c. Hubungan antara variable bebas dan variable terikat dalam penelitian

ini dapat di gambar dengan sketsa sebagai berikut :



- 1) Skema hubungan gradasi tanah dan frekuensi hujan berulang dengan laju infiltrasi



- 2) Skema hubungan gradasi tanah dan frekuensi hujan berulang dengan laju infiltrasi

Gambar 3.4. Skema hubungan variabel penelitian

d. Definisi operasional

Menurut Sugiyono (2002), Definisi operasional adalah penentuan konstrak atau sifat yang akan dipelajari sehingga menjadi variabel yang dapat diukur. Definisi operasional menjelaskan cara tertentu yang digunakan untuk meneliti dan mengoperasikan konstrak, sehingga memungkinkan bagi peneliti yang lain untuk melakukan replikasi pengukuran dengan cara yang sama atau mengembangkan cara pengukuran konstrak yang lebih baik. Dalam penelitian ini terdapat empat variabel yang divariasikan dan di amati, antara lain :

1) Gradasi tanah

Gradasi Tanah atau biasa disebut gradasi agregat adalah distribusi ukuran agregat. Dapat juga disebut pengelompokan agregat dengan ukuran yang berbeda sebagai presentase dari total agregat atau presentase komulatif butiran yang lebih kecil atau lebih besar dari masing-masing seri bukaan saringan.

Ada tiga variasi gradasi tanah yang digunakan dalam penelitian ini, dengan menggunakan tiga jenis tanah yaitu : pasir, lempung, lanau. Ketiganya di variasikan dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel 3.1. Gradasi rencana

Nomor	Jenis tanah	Pasir	Lanau	Lempung
Sampel 1	Pasir berlempung	80%	15%	5%
Sampel 2	Lempung berpasir	60%	30%	10%
Sampel 3	Lempung	40%	40%	20%

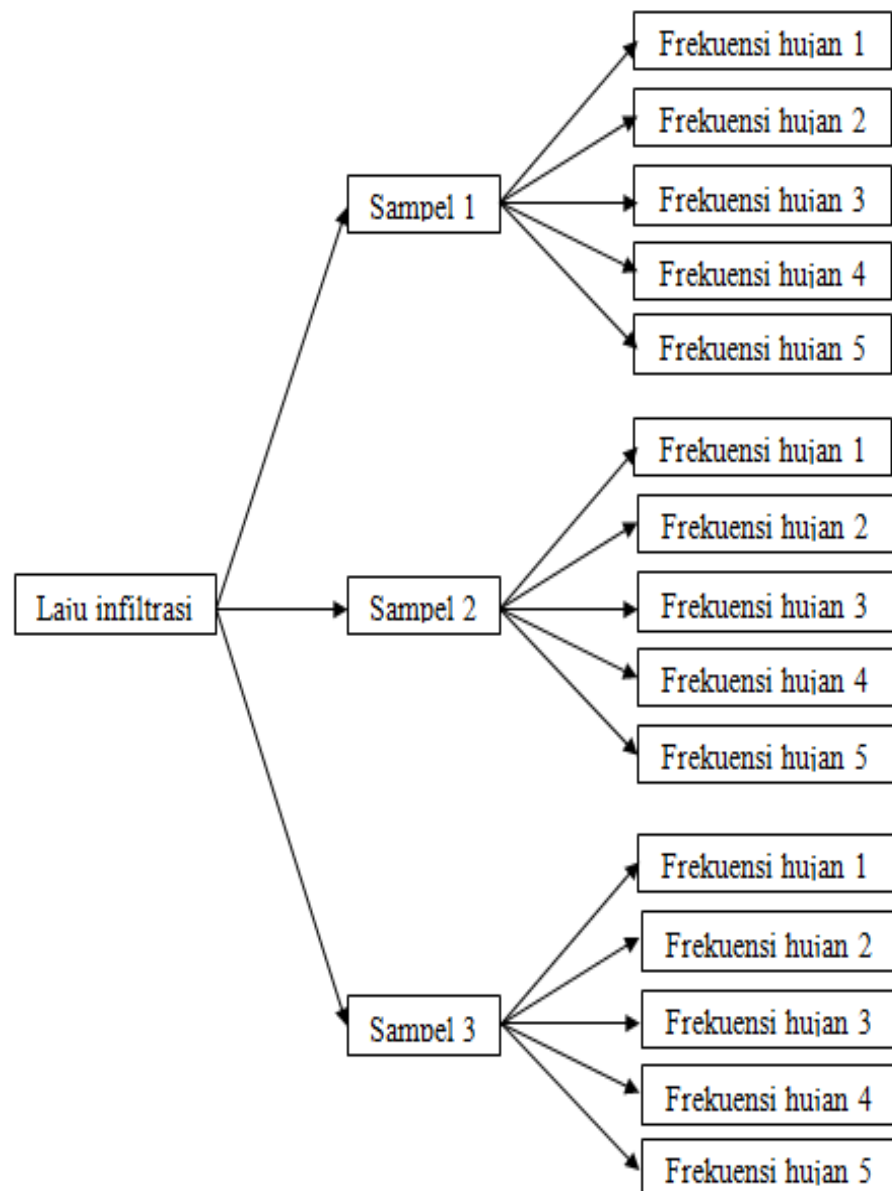
2) Frekuensi hujan berulang

Frekuensi hujan berulang adalah rerata jumlah air hujan yang memiliki intensitas sama yang jatuh secara berulang . Curah hujan berulang yang di gunakan dalam penelitian ini adalah simulasi hujan dengan alat *rainfall simulator* yang menggunakan frekuensi hujan berulang yang sama.

3) Laju infiltrasi

Laju infiltrasi adalah banyaknya air per satuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah. Laju infiltrasi terbesar pada saat permulaan hujan dan menurun hingga mencapai angka minimum yang konstan. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh variasi intensitas hujan.

Dalam penelitian ini laju infiltrasi diamati saat tanah mulai dihujani sampai air berhenti meresap (konstan).

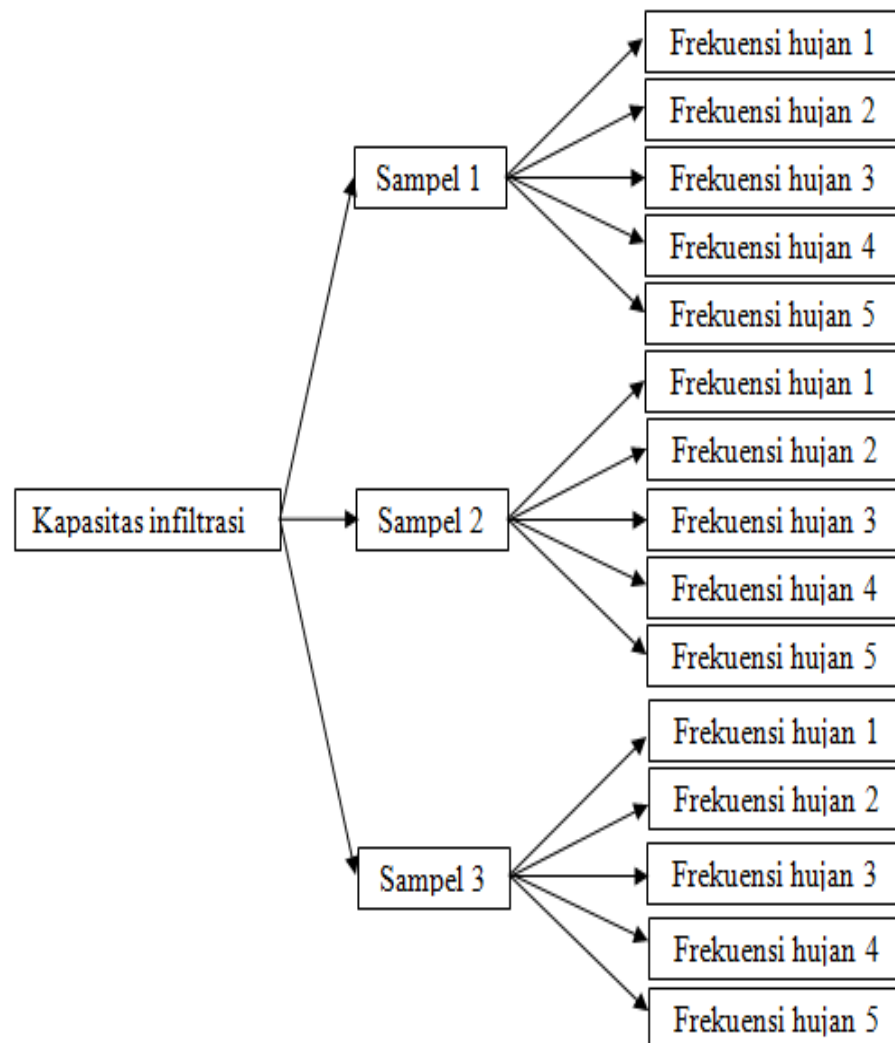


Gambar 3.5. Skema penelitian laju infiltrasi

4) Kapasitas Infiltrasi

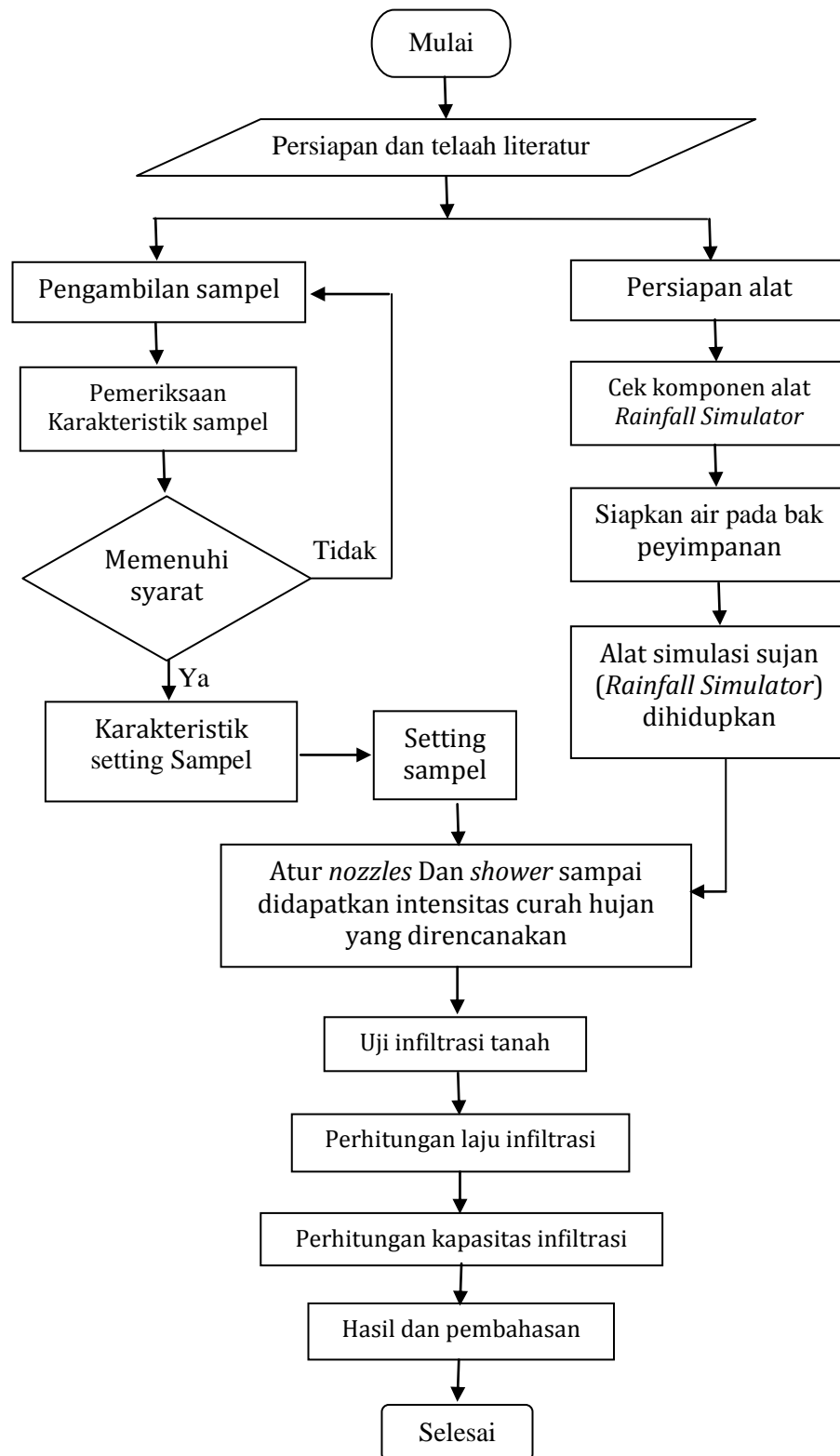
Kapasitas infiltrasi adalah kemampuan tanah dalam merembeskan air yang terdapat di permukaan tanah atau aliran air permukaan ke bagian dalam tanah tersebut. Kapasitas infiltrasi adalah suatu sifat yang dinamis yang dapat berubah secara nyata selama

kejadian hujan badai tertentu, sebagai reaksi terhadap perubahan-perubahan musiman dalam air tanah, suhu, dan penutupan vegetasi, maupun sebagai akibat kegiatan-kegiatan pengelolaan hutan. Apabila aliran kapasitas infiltrasi semakin besar, maka aliran air di permukaan tanah semakin berkurang. Sebaliknya, semakin kecil kapasitas infiltrasi yang disebabkan banyaknya pori tanah yang tersumbat, maka aliran air permukaan bertambah atau meningkat (Kartasapoetra, 1989).



Gambar 3.6. Skema penelitian kapasitas infiltrasi

D. Bagan dan alur penelitian



Gambar 3.7. Bagan dan alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

Berdasarkan hasil penelitian laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada frekuensi hujan berulang (studi laboratorium) dengan menggunakan 3 jenis sampel tanah (gradasi) maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1) Karakteristik tanah

Dari hasil pengamatan sampel tanah pada laboratorium Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, didapatkan hasil klasifikasi tanah pasir, lanau dan lempung. Berikut ini diterangkan penentuan klasifikasi AASHTO untuk tipe A-2-6. Hasil pengujian di laboratorium diperoleh data: batas plastis (PL) = 23,33%, batas cair (LL) = 37,39%, sedangkan analisis saringan dapat dilihat pada tabel 4.1 :

SAMPEL 1

Tabel 4.1. Hasil pengujian analisa saringan pada sampel 1

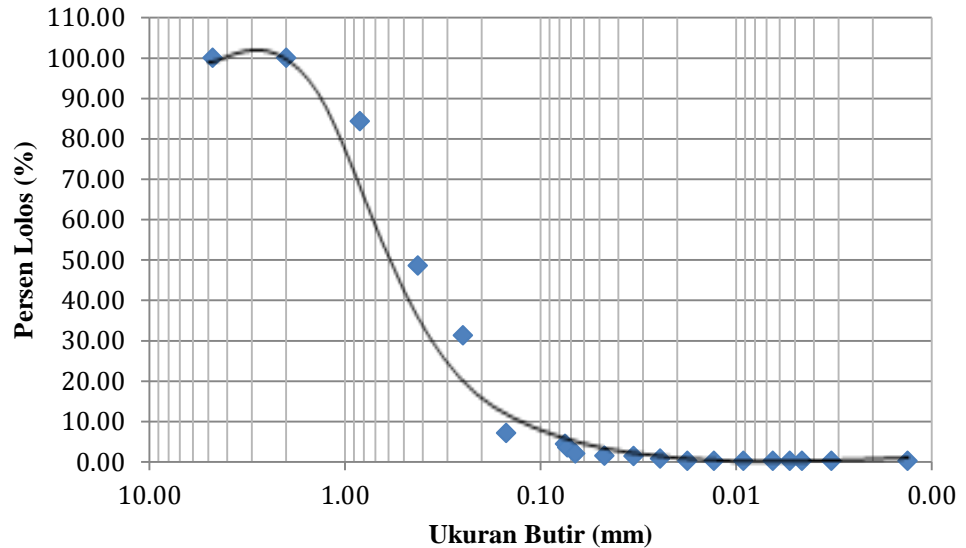
No	Saringan No.	Diameter (mm)	Berat tertahan (gram)	Berat tertahan (%)
1	4	4,75	0	0
2	8	2	0	0
3	16	0,84	103	9,20
4	40	0,425	385	43,57
5	50	0,25	272	67,86
6	100	0,15	270	91,96
7	200	0,075	34	95,00
8	Pan	-	56	100
	Total		1120	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari hasil pengujian analisa saringan pada tabel 4.1, menunjukkan bahwa :

- Pada saringan nomor 4 dan 8 berat tertahan sama dengan 0, karena yang tertahan disaringan no.4 dan 8 dikategorikan sebagai kerikil.
- Pada saringan nomor 16, 40, dan 50 dikategorikan sebagai pasir (*sand*) dengan berat 1780 (gram) atau 68,75% dari total sampel pengamatan
- Pada saringan nomor 100 dan 200 dikategorikan sebagai debu (*silt*) dengan berat 696 (gram) atau 26,88% dari total sampel pengamatan.
- Material pada pan yaitu material yang lolos saringan nomor 200 yang dikategorikan sebagai tanah liat (*clay*) dengan berat 113 gram atau 4,37% dari total sampel pengamatan.

Grafik distribusi analisa saringan dan hidrometer



Gambar 4.1. Grafik analisa butiran pada sampel 1

Dari hasil pengujian analisa saringan yang terdapat pada gambar 4.1. menunjukkan bahwa jumlah persentase dengan menggunakan berbagai ukuran saringan kita dapat membedakan fraksi kasar, sedang dan

halus. Fraksi kasar sebanyak 68,75%, fraksi sedang sebanyak 26,88% dan fraksi halus sebanyak 4,37%. Dengan alat hidrometer kita dapat mengetahui ukuran butiran tanah yang lebih kecil dari butiran yang lolos ayakan 200.

SAMPEL 2

Adapun hasil pengamatan pada sampel tanah 2 dapat dilihat pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2. Hasil pengujian analisa saringan pada sampel 2

No	Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)
1	4	4,75	0	0
2	8	2	0	0
3	16	0,84	406	15,68
4	40	0,425	925	51,41
5	50	0,25	449	68,75
6	100	0,15	626	92,93
7	200	0,075	70	95,64
8	Pan	-	113	100
	Total		2589	

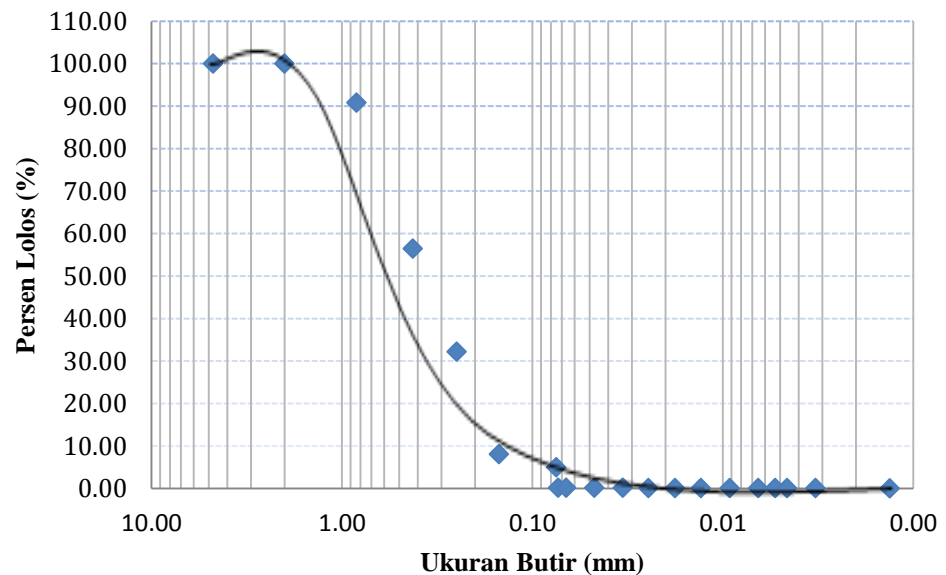
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari hasil pengujian analisa saringan pada tabel 4.2, menunjukkan bahwa :

- a. Pada saringan nomor 4 berat tertahan sama dengan 0 sedangkan yang tertahan di saringan nomor 8 berat tertahan sama dengan 50 (gram) dan dikategorikan sebagai kerikil.
- b. Pada saringan nomor 16, 40, dan 50 dikategorikan sebagai pasir (*sand*) dengan berat 1117 (gram) atau 39,38% dari total sampel pengamatan.

- c. Pada saringan nomor 100 dan 200 dikategorikan sebagai debu (*silt*) dengan berat 1402 (gram) atau 49,43% dari jumlah total sampel pengamatan.
- d. Material pada pan yaitu material yang lolos saringan nomor 200 yang dikategorikan sebagai tanah liat (*clay*) dengan berat 207 gram atau 7,29% dari total sampel pengamatan.

Grafik distribusi analisa saringan dan hidrometer



Gambar 4.2. Grafik analisa butiran pada sampel 2

Dari hasil pengujian analisa saringan dengan hidrometer yang terdapat pada gambar 4.2, menunjukkan bahwa jumlah persentase dengan menggunakan berbagai ukuran saringan kita dapat membedakan fraksi kasar, sedang dan halus. Fraksi kasar sebanyak 39,38%, fraksi sedang sebanyak 49,43% dan fraksi halus sebanyak 7,29%. Dengan alat hidrometer kita dapat mengetahui ukuran butiran tanah yang lebih kecil dari butiran yang lolos ayakan 200.

SAMPEL 3

Adapun hasil pengamatan pada sampel tanah 3 dapat dilihat pada tabel 4.3 :

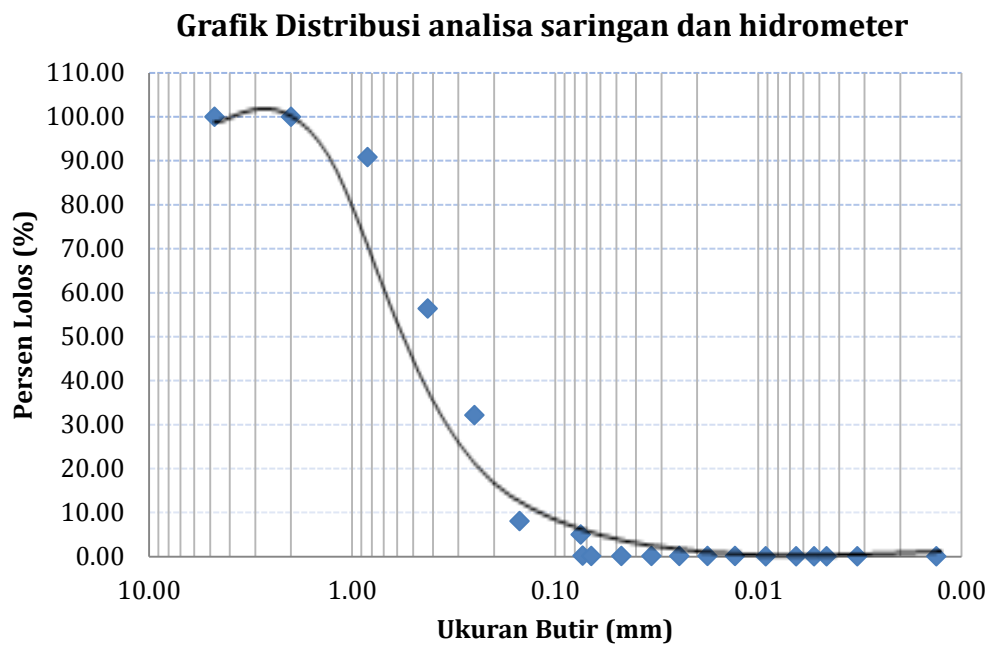
Tabel 4.3. Hasil pengujian analisa saringan pada sampel 3

No	Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)
1	4	4,75	0	0
2	8	2	50	1,763
3	16	0,84	367	14,70
4	40	0,425	648	37,55
5	50	0,25	162	43,27
6	100	0,15	1093	81,81
7	200	0,075	309	92,70
8	Pan	-	207	100
	Total		2836	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari hasil pengujian analisa saringan pada tabel 4.3, menunjukkan bahwa :

- a. Pada saringan nomor 4 dan 8 berat tertahan sama dengan 0, karena yang tertahan disaringan no.4 dan 8 dikategorikan sebagai kerikil.
- b. Pada saringan nomor 16, 40, dan 50 dikategorikan sebagai pasir (*sand*) dengan berat 760 (gram) atau 67,85% dari total sampel pengamatan.
- c. Pada saringan nomor 100 dan 200 dikategorikan sebagai debu (*silt*) dengan berat 304 (gram) atau 27,14 % dari total sampel pengamatan.
- d. Material pada pan yaitu material yang lolos saringan nomor 200 yang dikategorikan sebagai tanah liat (*clay*) dengan berat 56 (gram) atau 5 % dari total sampel pengamatan.



Gambar 4.3. Grafik analisa butiran pada sampel 3

Dari hasil pengujian analisa saringan dengan hidrometer yang terdapat pada gambar 4.3, menunjukkan bahwa jumlah persentase dengan menggunakan berbagai ukuran saringan kita dapat membedakan fraksi kasar, sedang dan halus. Fraksi kasar sebanyak 67,85%, fraksi sedang sebanyak 27,14% dan fraksi halus sebanyak 5%. Dengan alat hidrometer kita dapat mengetahui ukuran butiran tanah yang lebih kecil dari butiran yang lolos ayakan 200.

Klasifikasi sistem ini didasarkan atas beberapa kriteria-kriteria sebagai berikut:

SAMPEL 1

1) Ukuran butir

Butiran melalui ayakan no.200 sebesar 4,37%, sehingga termasuk dalam material granuler ($< 35\%$ lolos saringan no.200)

b) Plastisitas

Berlanau, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas > 10 . Hasil indeks plastisitas dalam penelitian ini didapat dari nilai batas cair (LL) = 37,39%, Batas plastis (PL) = 23,33%, sehingga indeks plastisitasnya $IP = LL - PL = 37,39\% - 23,33\% = 14,06\%$.

SAMPEL 2

a) Ukuran butir

Butiran melalui ayakan no.200 sebesar 7,29%, sehingga termasuk dalam material granuler ($< 35\%$ lolos saringan no.200).

b) Plastisitas

Berlanau, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas > 10 . Hasil indeks plastisitas dalam penelitian ini didapat dari nilai batas cair (LL) = 34,50%, Batas plastis (PL) = 26,11%, sehingga indeks plastisitasnya $IP = LL - PL = 34,50\% - 26,11\% = 8,39\%$.

SAMPEL 3

a) Ukuran Butir

Butiran melalui ayakan no.200 sebesar 5%, sehingga termasuk dalam material granuler ($< 35\%$ lolos saringan no.200)

b) Plastisitas

Berlanau, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas > 10 . Hasil indeks plastisitas dalam penelitian ini didapat dari nilai batas cair (LL) = 40,00%, Batas plastis (PL) = 33,968%, Sehingga indeks plastisitasnya, $IP = LL - PL = 40,00\% - 33,968\% = 6,032\%$.

Dari hasil pengamatan analisa saringan sampel tanah pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, dirangkum kedalam tabel dengan sistem klasifikasi AASHTO, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4. Hasil Klasifikasi AASHTO

No	Uraian	Satuan	Nilai			Keterangan
			St 1	St 2	St 3	
1	Kadar air	%	31.05	44.51	41.3	1. Sampel A (Tipe A-2-4) tipe material secara umum adalah pasir berlanau mengandung kerikil dengan kondisi tanah dasar baik hingga sangat baik
2	Batas-batas Atterberg					
	1. Batas cair (LL)	%	37.39	34.50	40.00	
	2. Batas plastis(PL)	%	23.33	26.11	27,30	
	3. Indeks plastis(PI)	%	14.06	8.389	6,032	
3	Distribusi Butiran					2. Sampel B (Tipe A-2-6) tipe material secara umum adalah pasir berlanau mengandung banyak kerikil dengan kondisi tanah dasar baik hingga sangat baik
		1. Fraksi kasar	%	62	56	
	2. Fraksi halus	%	38	44	51	
4	Kompaksi					
	1. Berat isi optimum	gr/cm ₃	2.1	2.1	2	
	2. Kadar air optimum	%	34	44	41	
5	Kepadatan		Nilai			
			I ₁₅			
	Derajat kepadatan (D)	%	61.5	93.26	95.92	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

2. Laju infiltrasi pada beberapa jenis tanah

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan laju infiltrasi dengan menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penyajian data dan analisis laju infiltrasi (f) dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi gradasi tanah yaitu, sampel 1, sampel 2, sampel 3 dengan Intensitas curah hujan I_{15} . Uraian untuk hasil pengamatan laju infiltrasi dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 1

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	0.00	0.00	0.00
3	0.17	0.30	3.90	0.60
4	0.25	3.20	19.30	4.00
5	0.33	8.40	39.70	18.70
6	0.42	15.80	42.10	29.80
7	0.50	27.70	43.20	34.80
8	0.58	43.50	43.80	36.80
9	0.67	47.90	44.30	37.70
10	0.75	49.80	44.50	38.10
11	0.83	50.60	44.80	38.90
12	0.92	51.70	45.00	39.00
13	1.00	52.40	45.50	39.70
14	1.08	54.80	45.60	40.40
15	1.17	55.50	45.80	40.90
16	1.25	56.00	46.00	41.50
17	1.33	56.10	46.20	42.70
18	1.42	57.30	46.70	43.30
19	1.50	58.50	46.90	43.50
20	1.58	59.50	47.90	44.00
21	1.67	61.00	48.90	44.00
22	1.75	61.80	49.50	44.00
23	1.83	62.30	49.50	44.00
24	1.92	62.90	49.50	
25	2.00	64.00	49.50	
26	2.08	64.00		
27	2.17	64.00		
28	2.25	64.00		

Sumber : Hasil perhitungan

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel tanah 2 frekuensi hujan pertama dengan intensitas curah hujan I_{15} yang dihitung pada menit ke-10 (0,17 jam).

Perhitungan laju infiltrasi :

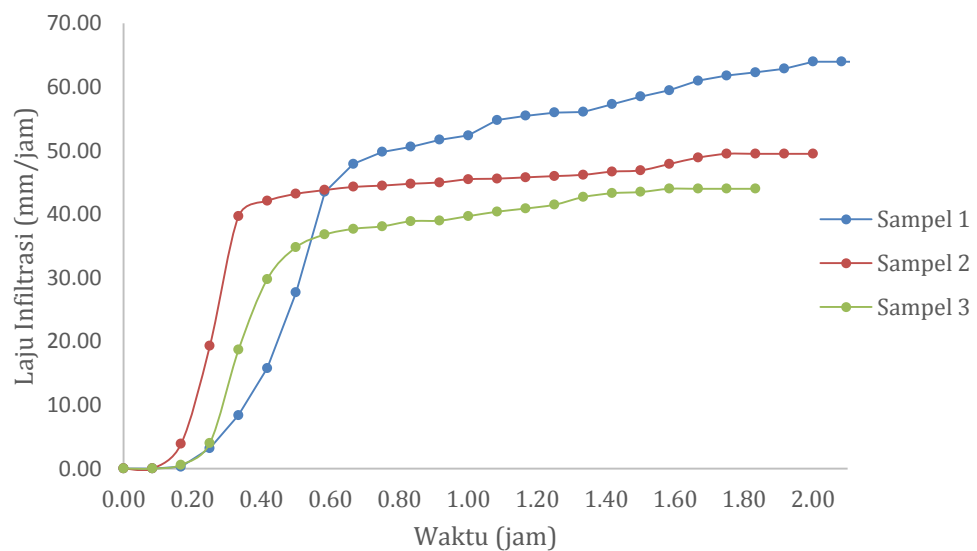
Volume infiltrasi = 390 ml

t : waktu = 5 menit

A : luas permukaan tanah = 12000 cm²

$$\begin{aligned}
 \text{Laju infiltrasi} &= \text{volume infiltrasi} / (t/60) \\
 &= 390 / (5/60) \\
 &= 4680 \text{ ml/jam} \\
 &= 4680/12000 = 0,39 \text{ cm/jam} = 3,90 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.5 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.4. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr_1)

Dari gambar 4.4 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Pada frekuensi hujan pertama (Fr_1) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,25 jam dengan laju infiltrasi maks 64,00 mm/jam. Pada frekuensi hujan pertama (Fr_1) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,00 jam dengan laju infiltrasi maks 49,50 mm/jam. Pada frekuensi hujan pertama (Fr_1) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 44,00 mm/jam.

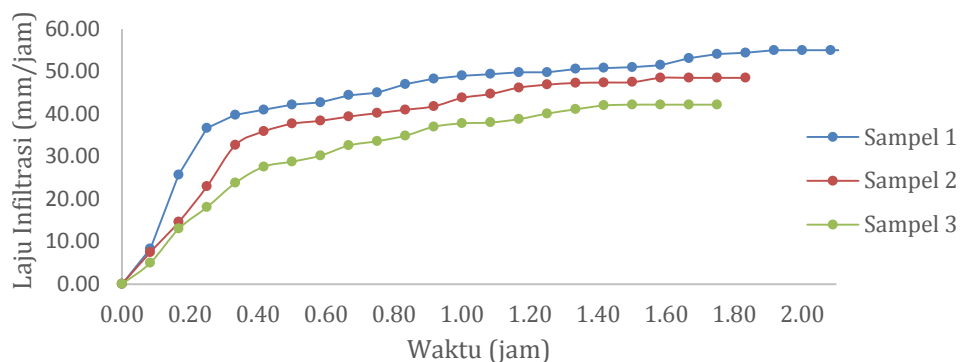
Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang mempunyai ukuran pori tanah besar dan kemampuan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampuan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

Tabel 4.6. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 2

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	8.30	7.50	5.00
3	0.17	25.70	14.60	13.00
4	0.25	36.70	23.00	18.10
5	0.33	39.80	32.70	23.80
6	0.42	41.00	35.90	27.60
7	0.50	42.20	37.70	28.80
8	0.58	42.70	38.40	30.20
9	0.67	44.40	39.40	32.60
10	0.75	45.00	40.20	33.60
11	0.83	47.00	41.00	34.90
12	0.92	48.30	41.80	37.00
13	1.00	49.00	43.80	37.80
14	1.08	49.40	44.70	38.00
15	1.17	49.80	46.20	38.80
16	1.25	49.80	46.90	40.10
17	1.33	50.60	47.30	41.10
18	1.42	50.80	47.40	42.00
19	1.50	51.00	47.50	42.20
20	1.58	51.50	48.50	42.20
21	1.67	53.10	48.50	42.20
22	1.75	54.10	48.50	42.20
23	1.83	54.40	48.50	
24	1.92	55.00		
25	2.00	55.00		
26	2.08	55.00		
27	2.17	55.00		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.6 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.5. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan kedua (Fr_2)

Dari gambar 4.5 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan kedua (Fr_2) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,17 jam dengan laju infiltrasi maks 55,00 mm/jam. Frekuensi hujan kedua (Fr_2) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 48,50 mm/jam, frekuensi hujan kedua (Fr_2) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,75 jam dengan laju infiltrasi maks 42,30 mm/jam.

Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang mempunyai ukuran pori tanah besar dan kemampuan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan

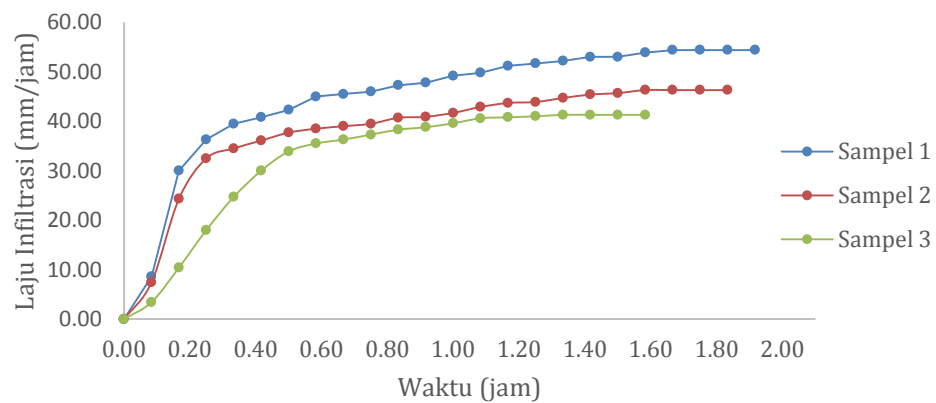
memiliki ukuran pori rapat dan kemampatan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

Tabel 4.7. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 3

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	8.60	7.40	3.40
3	0.17	30.00	24.30	10.40
4	0.25	36.30	32.50	18.00
5	0.33	39.50	34.50	24.70
6	0.42	40.80	36.10	30.00
7	0.50	42.30	37.70	33.90
8	0.58	45.00	38.50	35.50
9	0.67	45.50	39.00	36.30
10	0.75	46.00	39.50	37.30
11	0.83	47.30	40.70	38.30
12	0.92	47.80	40.90	38.80
13	1.00	49.20	41.70	39.60
14	1.08	49.80	42.90	40.60
15	1.17	51.20	43.70	40.80
16	1.25	51.70	43.90	41.00
17	1.33	52.20	44.70	41.30
18	1.42	53.00	45.40	41.30
19	1.50	53.00	45.70	41.30
20	1.58	53.90	46.30	41.30
21	1.67	54.40	46.30	
22	1.75	54.40	46.30	
23	1.83	54.40	46.30	
24	1.92	54.40		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.7 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.6. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan ketiga (Fr3)

Dari gambar 4.6 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan ketiga (Fr_3) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,92 jam dengan laju infiltrasi maks 54,40 mm/jam. Frekuensi hujan ketiga (Fr_3) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 46,30 mm/jam. Frekuensi hujan ketiga (Fr_3) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,58 jam dengan laju infiltrasi maks 41,30 mm/jam.

Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dan durasi waktu yang diperlukan untuk mencapai konstan lebih lama dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang menyebabkan ukuran pori besar dan kemampuan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampuan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

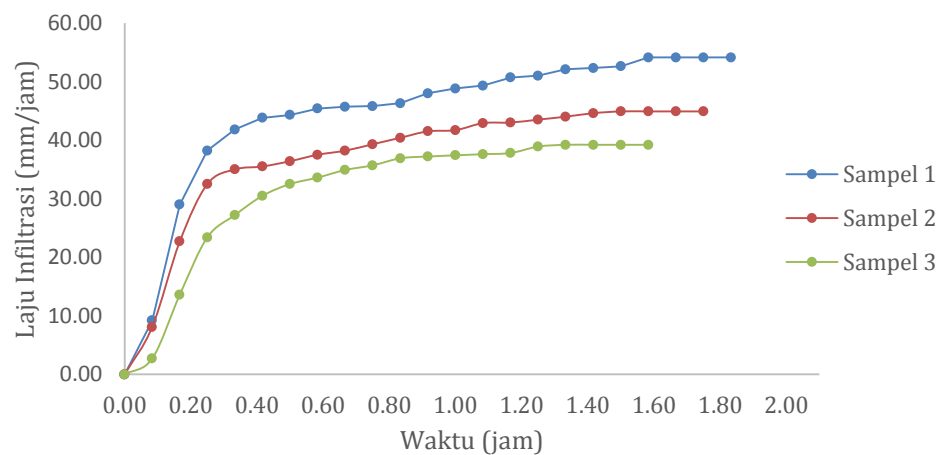
Tabel 4.8. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 4

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	2	3	4	5
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	9.20	8.10	2.70
3	0.17	29.00	22.70	13.60
4	0.25	38.20	32.50	23.40
5	0.33	41.80	35.00	27.20
6	0.42	43.80	35.50	30.50
7	0.50	44.30	36.40	32.50
8	0.58	45.40	37.50	33.60

1	2	3	4	5
9	0.67	45.70	38.20	34.90
10	0.75	45.80	39.30	35.70
11	0.83	46.30	40.40	36.90
12	0.92	48.00	41.50	37.20
13	1.00	48.80	41.70	37.40
14	1.08	49.30	42.90	37.60
15	1.17	50.70	43.00	37.80
16	1.25	51.00	43.50	38.90
17	1.33	52.10	44.00	39.20
18	1.42	52.30	44.60	39.20
19	1.50	52.60	44.90	39.20
20	1.58	54.10	44.90	39.20
21	1.67	54.10	44.90	
22	1.75	54.10	44.90	
23	1.83	54.10		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada 4.8 diatas kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.7. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan keempat (Fr_4)

Dari gambar 4.7 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan keempat (Fr_4) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 54,10 mm/jam. Frekuensi hujan keempat (Fr_4) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai

konstan (t_c) 1,75 jam dengan laju infiltrasi maks 44,90 mm/jam. Frekuensi hujan keempat (Fr_4) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,58 jam dengan laju infiltrasi maks 39,20 mm/jam.

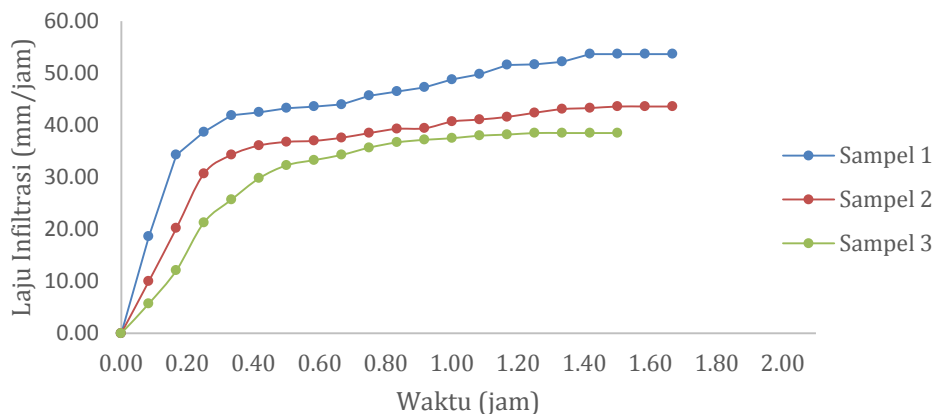
Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dan waktu untuk mencapai konstan lebih lama dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang menyebabkan ukuran pori besar dan kemampuan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampuan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

Tabel 4.9. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 5

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	18.60	10.00	5.70
3	0.17	34.30	20.20	12.10
4	0.25	38.70	30.70	21.30
5	0.33	41.90	34.30	25.70
6	0.42	42.50	36.10	29.80
7	0.50	43.30	36.80	32.30
8	0.58	43.60	37.00	33.30
9	0.67	44.00	37.60	34.30
10	0.75	45.70	38.50	35.70
11	0.83	46.50	39.30	36.70
12	0.92	47.30	39.40	37.20
13	1.00	48.80	40.70	37.50
14	1.08	49.80	41.10	38.00
15	1.17	51.60	41.60	38.20
16	1.25	51.70	42.40	38.50
17	1.33	52.20	43.10	38.50
18	1.42	53.70	43.30	38.50
19	1.50	53.70	43.60	38.50
20	1.58	53.70	43.60	
21	1.67	53.70	43.60	

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.9 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.8. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan kelima (Fr_5)

Dari gambar 4.8 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan kelima (Fr_5) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,67 jam dengan laju infiltrasi maks 53,70 mm/jam. Frekuensi hujan kelima (Fr_5) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,67 jam dengan laju infiltrasi maks 43,60 mm/jam. Frekuensi hujan kelima (Fr_5) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,50 jam dengan laju infiltrasi 38,50 maks mm/jam.

Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dan durasi waktu yang diperlukan untuk mencapai konstan lebih lama dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang menyebabkan ukuran pori besar dan kemampatan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir

sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampatan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

1) Perbandingan tingkat infiltrasi tanah dengan variasi gradasi tanah antara hasil perhitungan dengan metode Horton

Hasil perhitungan besarnya laju infiltrasi untuk setiap sampel gradasi tanah dapat dilihat pada contoh perhitungan di bawah ini :

SAMPEL 1

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} (152,81 mm/jam).

Perhitungan laju infiltrasi :

Volume hujan = $I \times t \times A$

I = 152,81 mm/jam

t = 5 menit

A = 12000000 mm³ = 12000 cm²

Vol. Hujan tiap 5 menit :

$$V = \frac{152,81}{60} \times 5 \times 12000$$

$$= 15281 \text{ ml}$$

Vol. Infiltrasi = Vol. Intensitas – Vol.run-off – Vol. Tamp. Drain

$$= 15281 - 0 - 0$$

$$= 15281 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju infiltrasi} &= \text{Vol. Infiltrasi} \times (t/60) \\
 &= 15281 \times (5/60) \\
 &= 1202 \text{ mm/jam} \\
 &= 1,0035 \text{ cm/jam} \\
 &= 10,35 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada menit selanjutnya diuraikan pada lampiran

A.

Dari data hasil pengamatan laju infiltrasi (f) yang dihitung menggunakan persamaan (2) dengan perhitungan nilai k menggunakan ($k = \frac{1}{m}$).

Tabel 4.10 menunjukkan laju infiltrasi untuk sampel tanah 1 pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai konstan.

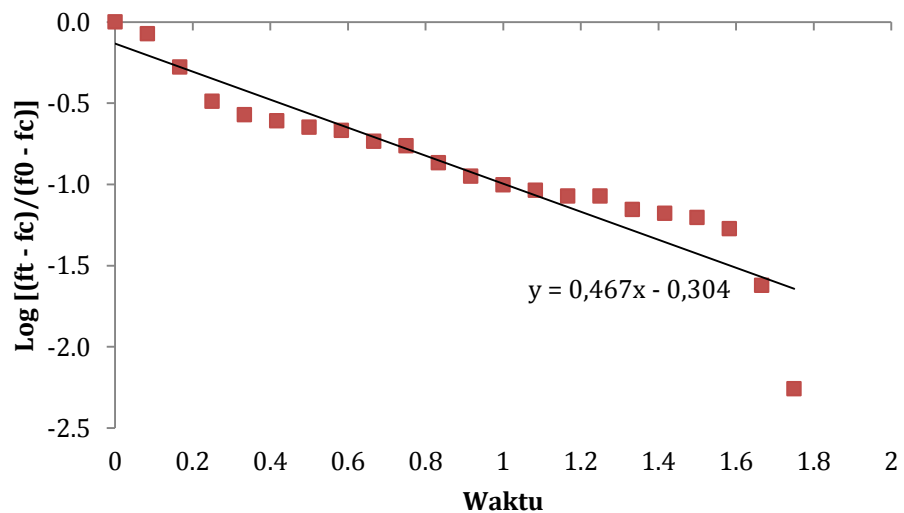
Tabel 4.10. Perhitungan parameter infiltrasi untuk sampel 1

Waktu	Perhitungan laju infiltrasi Horton (mm/jam)					
	I_{15}					
(jam)	f_0	f_t	F_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$\text{Log} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
1	2	3	4	5	6	7
0,00	55,00	55,00	0,60	54,40	54,40	0,000
0,08	55,00	46,70	0,60	46,10	54,40	-0,072
0,17	55,00	29,30	0,60	28,70	54,40	-0,278
0,25	55,00	18,30	0,60	17,70	54,40	-0,488
0,33	55,00	15,20	0,60	14,60	54,40	-0,571
0,42	55,00	14,00	0,60	13,40	54,40	-0,608
0,50	55,00	12,80	0,60	12,20	54,40	-0,649
0,58	55,00	12,30	0,60	11,70	54,40	-0,667
0,67	55,00	10,60	0,60	10,00	54,40	-0,736
0,75	55,00	10,00	0,60	9,40	54,40	-0,762
0,83	55,00	8,00	0,60	7,40	54,40	-0,866
0,92	55,00	6,70	0,60	6,10	54,40	-0,950

1	2	3	4	5	6	7
1,00	55,00	6,00	0,60	5,40	54,40	-1,003
1,08	55,00	5,60	0,60	5,00	54,40	-1,037
1,17	55,00	5,20	0,60	4,60	54,40	-1,073
1,25	55,00	5,20	0,60	4,60	54,40	-1,073
1,33	55,00	4,40	0,60	3,80	54,40	-1,156
1,42	55,00	4,20	0,60	3,60	54,40	-1,179
1,50	55,00	4,00	0,60	3,40	54,40	-1,204
1,58	55,00	3,50	0,60	2,90	54,40	-1,273
1,67	55,00	1,90	0,60	1,30	54,40	-1,622
1,75	55,00	0,90	0,60	0,30	54,40	-2,258
1,83	55,00	0,60	0,60		54,40	
1,92	55,00	0,00	0,60		54,40	
2,00	55,00	0,00	0,60		54,40	
2,08	55,00	0,00	0,60		54,40	
2,17	55,00	0,00	0,60		54,40	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada sampel tanah pertama pada tabel 4.10, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.9. Hubungan antara waktu dan $\text{Log} [(ft - fc)/(f0 - fc)]$

Dari gambar 4.9 didapat nilai $m = 0,467$, maka $k = 2,240$. Lalu nilai k dimasukkan kedalam persamaan metode Horton.

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel 1 frekuensi hujan kedua (0,08 jam) dengan intensitas curah hujan I15 (152,81 mm/jam)

Perhitungan laju infiltrasi Horton :

$$\begin{aligned}
 f &= f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \\
 &= 0,60 + (55,00 - 0,60)2,71828^{-2,140 \times 0} \\
 &= 46,114 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

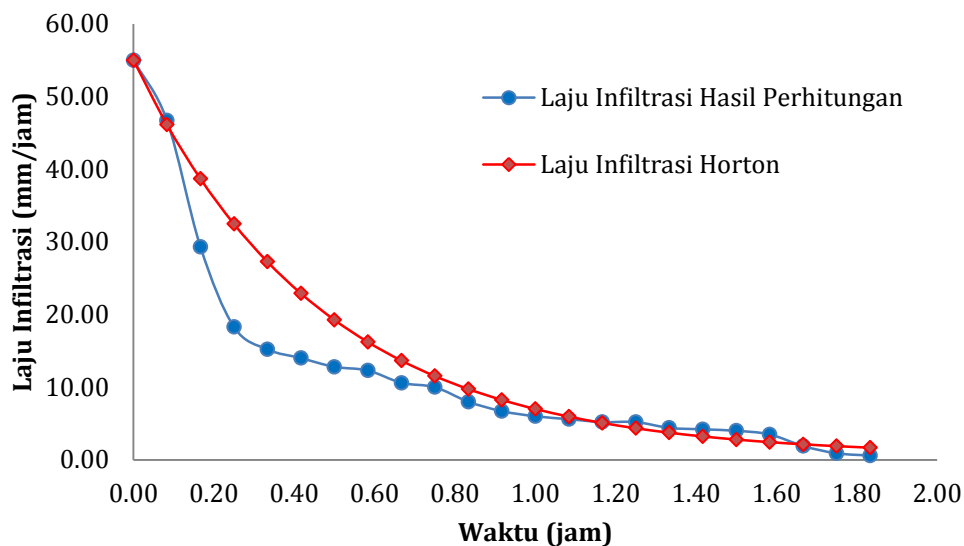
Untuk perhitungan laju infiltrasi pada menit selanjutnya dapat dilihat pada table 4.11.

Tabel 4.11. Nilai infiltrasi hasil perhitungan dan horton pada sampel 1

Waktu (jam)	Laju infiltrasi hasil perhitungan	Laju infiltrasi Horton
	(mm/jam)	(mm/jam)
0,00	55,000	55,000
0,08	46,700	46,114
0,17	29,300	38,680
0,25	18,300	32,460
0,33	15,200	27,256
0,42	14,000	22,902
0,50	12,800	19,260
0,58	12,300	16,212
0,67	10,600	13,662
0,75	10,000	11,528
0,83	8,000	9,743
0,92	6,700	8,250
1,00	6,000	7,000
1,08	5,600	5,955
1,17	5,200	5,080
1,25	5,200	4,349
1,33	4,400	3,736
1,42	4,200	3,224
1,50	4,000	2,795
1,58	3,500	2,437
1,67	1,900	2,137
1,75	0,900	1,886
1,83	0,600	1,676

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk perhitungan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 1

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.10 pada sampel tanah 1 frekuensi hujan kedua mencapai waktu konstan pada 1,83 jam dengan laju infiltrasi 0,600 mm/jam pada hasil perhitungan dan 1,676 mm/jam pada metode Horton

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton menunjukkan bahwa frekuensi hujan yang terus menerus menumbuk permukaan butiran tanah akan menghancurkan butira-butitan tanah dan pecahan-pecahan dari butiran tanah tersebut mengisi ruang kosong pada pori-pori tanah sehingga tanah menjadi padat, hal inilah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi. Seperti pada gambar 4.10 semakin lama butiran tanah dihujan semakin kecil laju infiltrasi.

SAMPEL 2

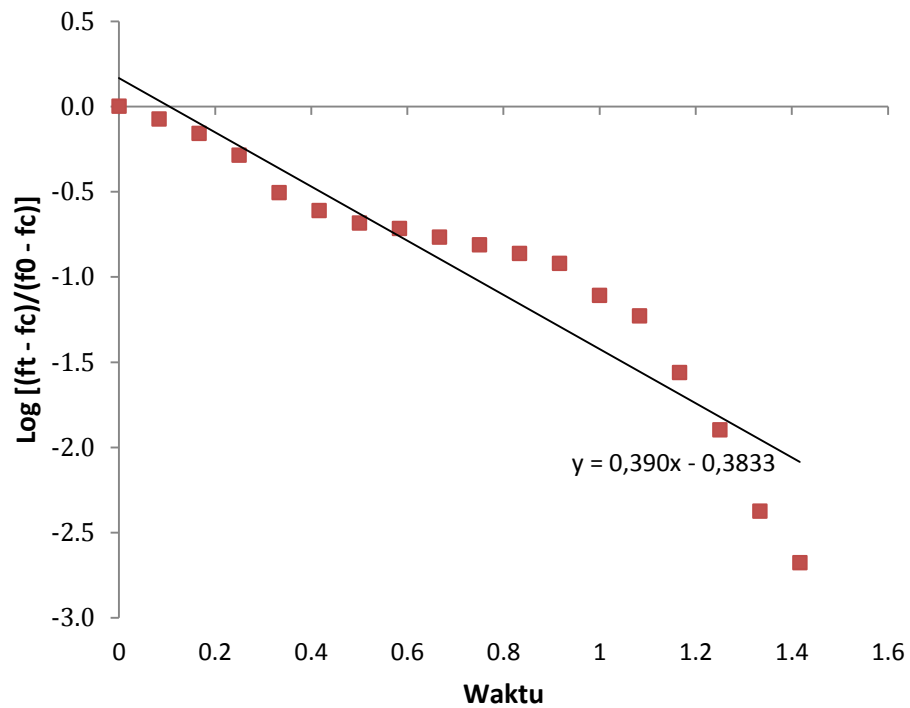
Tabel 4.12 menunjukkan laju infiltrasi untuk sampel tanah 2 pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai konstan

Tabel 4.12. Perhitungan parameter infiltrasi untuk sampel 2

Waktu (jam)	Perhitungan laju infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$\text{Log} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0,00	48,50	48,50	1,00	47,50	47,50	0,000
0,08	48,50	41,00	1,00	40,00	47,50	-0,075
0,17	48,50	33,90	1,00	32,90	47,50	-0,159
0,25	48,50	25,50	1,00	24,50	47,50	-0,288
0,33	48,50	15,80	1,00	14,80	47,50	-0,506
0,42	48,50	12,60	1,00	11,60	47,50	-0,612
0,50	48,50	10,80	1,00	9,80	47,50	-0,685
0,58	48,50	10,10	1,00	9,10	47,50	-0,718
0,67	48,50	9,10	1,00	8,10	47,50	-0,768
0,75	48,50	8,30	1,00	7,30	47,50	-0,813
0,83	48,50	7,50	1,00	6,50	47,50	-0,864
0,92	48,50	6,70	1,00	5,70	47,50	-0,921
1,00	48,50	4,70	1,00	3,70	47,50	-1,108
1,08	48,50	3,80	1,00	2,80	47,50	-1,230
1,17	48,50	2,30	1,00	1,30	47,50	-1,563
1,25	48,50	1,60	1,00	0,60	47,50	-1,899
1,33	48,50	1,20	1,00	0,20	47,50	-2,376
1,42	48,50	1,10	1,00	0,10	47,50	-2,677
1,50	48,50	1,00	1,00		47,50	
1,58	48,50		1,00		47,50	
1,67	48,50		1,00		47,50	
1,75	48,50		1,00		47,50	
1,83	48,50		1,00		47,50	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada sampel tanah kedua pada tabel 4.12, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.11. Hubungan antara waktu dan Log [(ft - fc)/(f0 - fc)]

Dari gambar 4.11 didapat nilai $m = 0,390$, maka $k = 2,564$. Lalu nilai k dimasukkan kedalam persamaan metode Horton.

Contoh perhitungan laju infiltrasi Horton pada sampel 1 frekuensi kedua (0,08 jam) dengan intensitas curah hujan I_{15} (152,81 mm/jam).

Perhitungan laju infiltrasi Horton :

$$\begin{aligned}
 f &= f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \\
 &= 1,00 + (48,50 - 1,00)2,71828^{-2,564 \times 0} \\
 &= 39,362 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

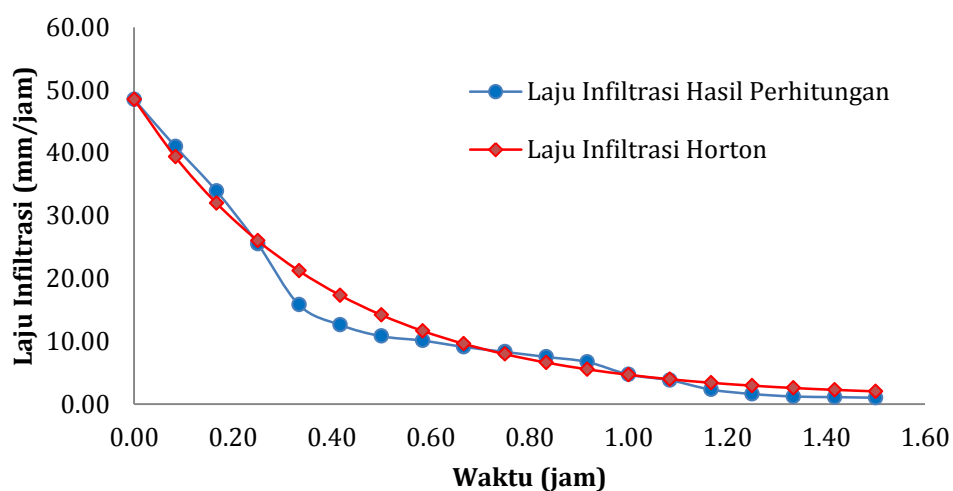
Untuk perhitungan laju infiltrasi pada menit selanjutnya dapat dilihat pada table 4.13.

Tabel 4.13 Nilai infiltrasi hasil perhitungan dan horton pada sampel 2

Waktu (jam)	Laju infiltrasi hasil perhitungan	Laju infiltrasi horton
	(mm/jam)	(mm/jam)
0,00	48,500	48,500
0,08	41,000	39,362
0,17	33,900	31,981
0,25	25,500	26,021
0,33	15,800	21,207
0,42	12,600	17,319
0,50	10,800	14,180
0,58	10,100	11,644
0,67	9,100	9,596
0,75	8,300	7,942
0,83	7,500	6,607
0,92	6,700	5,528
1,00	4,700	4,657
1,08	3,800	3,953
1,17	2,300	3,385
1,25	1,600	2,926
1,33	1,200	2,556
1,42	1,100	2,256
1,50	1,000	2,015

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk perhitungan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12. Perbandingan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton pada sampel 1

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.12 pada sampel tanah 2 frekuensi hujan kedua mencapai waktu konstan pada 1,50 jam dengan laju infiltrasi 1,000 mm/jam pada hasil perhitungan dan 2,015 mm/jam pada metode Horton

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton menunjukkan bahwa frekuensi hujan yang terus menerus menumbuk permukaan butiran tanah akan menghancurkan butira-butitan tanah dan pecahan-pecahan dari butiran tanah tersebut mengisi ruang kosong pada pori-pori tanah sehingga tanah menjadi padat, hal inilah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi. Seperti pada gambar 4.12 semakin lama butiran tanah dihujan semakin kecil laju infiltrasi.

SAMPEL 3

Tabel 4.14 menunjukkan laju infiltrasi untuk sampel tanah 3 pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai konstan.

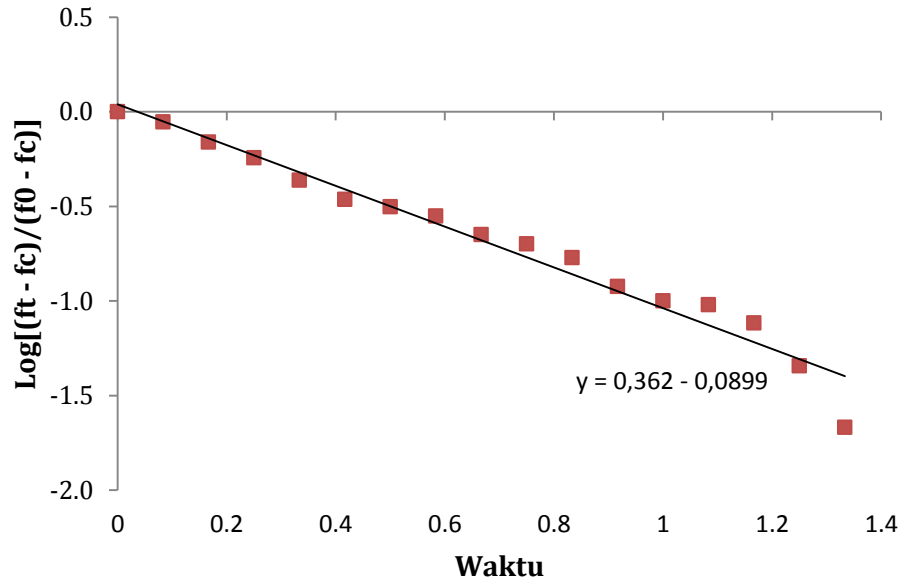
Tabel 4.14. Perhitungan parameter infiltrasi untuk sampel 3

Waktu	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	I_{15}					
(jam)	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$\text{Log} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
1	2	3	4	5	6	7
0,00	42,20	42,20	0,20	42,00	42,00	0,000
0,08	42,20	37,20	0,20	37,00	42,00	-0,055
0,17	42,20	29,20	0,20	29,00	42,00	-0,161
0,25	42,20	24,10	0,20	23,90	42,00	-0,245
0,33	42,20	18,40	0,20	18,20	42,00	-0,363
0,42	42,20	14,60	0,20	14,40	42,00	-0,465
0,50	42,20	13,40	0,20	13,20	42,00	-0,503

1	2	3	4	5	6	7
0,58	42,20	12,00	0,20	11,80	42,00	-0,551
0,67	42,20	9,60	0,20	9,40	42,00	-0,650
0,75	42,20	8,60	0,20	8,40	42,00	-0,699
0,83	42,20	7,30	0,20	7,10	42,00	-0,772
0,92	42,20	5,20	0,20	5,00	42,00	-0,924
1,00	42,20	4,40	0,20	4,20	42,00	-1,000
1,08	42,20	4,20	0,20	4,00	42,00	-1,021
1,17	42,20	3,40	0,20	3,20	42,00	-1,118
1,25	42,20	2,10	0,20	1,90	42,00	-1,344
1,33	42,20	1,10	0,20	0,90	42,00	-1,669
1,42	42,20	0,20	0,20		42,00	
1,50	42,20		0,20		42,00	
1,58	42,20		0,20		42,00	
1,67	42,20		0,20		42,00	
1,75	42,20		0,20		42,00	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada sampel tanah ketiga pada tabel 4.14, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 13. Hubungan antara waktu dan $\text{Log} [(ft - fc)/(f0 - fc)]$

Dari gambar 4.13 didapat nilai $m = 0,363$, maka $k = 2,276$. Lalu nilai k dimasukkan kedalam persamaan metode Horton.

Contoh perhitungan laju infiltrasi Horton pada sampel 3 frekuensi kedua (0,08 jam) dengan intensitas curah hujan I_{15} (152,81 mm/jam).

Perhitungan laju infiltrasi Horton :

$$\begin{aligned} f &= f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \\ &= 0,20 + (42,20 - 0,20)2,71828^{-2,276 \times 0} \\ &= 33,564 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

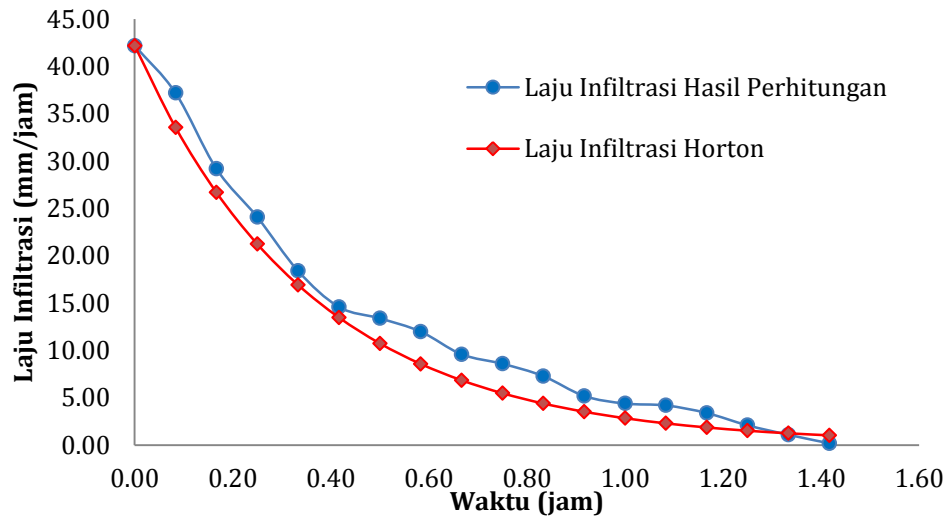
Untuk perhitungan laju infiltrasi pada menit selanjutnya dapat dilihat pada table 4.15.

Tabel 4.15. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 3

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan	Laju Infiltrasi Horton
	(mm/jam)	(mm/jam)
0,00	42,200	42,200
0,08	37,200	33,564
0,17	29,200	26,703
0,25	24,100	21,253
0,33	18,400	16,924
0,42	14,600	13,485
0,50	13,400	10,753
0,58	12,000	8,583
0,67	9,600	6,860
0,75	8,600	5,490
0,83	7,300	4,402
0,92	5,200	3,538
1,00	4,400	2,852
1,08	4,200	2,307
1,17	3,400	1,873
1,25	2,100	1,529
1,33	1,100	1,256
1,42	0,200	1,039

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk perhitungan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Perbandingan nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dan metode Horton pada sampel 3

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.14 pada sampel tanah 3 frekuensi hujan kedua mencapai waktu konstan pada 1,42 jam dengan laju infiltrasi 0,200 mm/jam pada hasil perhitungan dan 1,039 mm/jam pada metode Horton

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton menunjukkan bahwa frekuensi hujan yang terus menerus menumbuk permukaan butiran tanah akan menghancurkan butira-butitan tanah dan pecahan-pecahan dari butiran tanah tersebut mengisi ruang kosong pada pori-pori tanah sehingga tanah menjadi padat, hal inilah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi. Seperti pada gambar 4.14 semakin lama butiran tanah dihujan semakin kecil laju infiltrasi.

3. Kapasitas infiltrasi pada beberapa jenis tanah

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan kapasitas infiltrasi dengan menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penyajian data dan analisis kapasitas infiltrasi dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi gradasi tanah yaitu, sampel 1, sampel 2, sampel 3 dengan intensitas curah hujan I_{15} . Uraian untuk hasil pengamatan kapasitas infiltrasi pada berbagai gradasi tanah dapat dilihat pada tabel berikut :

Contoh perhitungan kapasitas infiltrasi pada sampel 1 frekuensi hujan pertama dengan intensitas curah hujan I_{15} :

$$F_{(t)} = \int_0^t f(t)$$

$$F_{(t)} = \Sigma (f_0 \sim f_c)$$

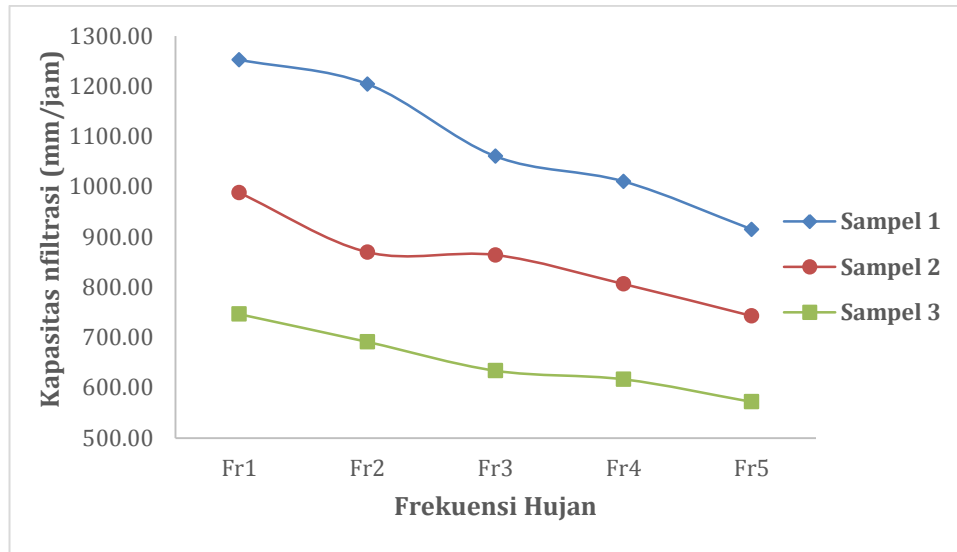
$$= 1253 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.16. Kapasitas infiltrasi pada beberapa jenis tanah

Frekuensi Hujan	Gradasi tanah		
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Fr1	1253,00	988,10	746,40
Fr2	1204,60	870,00	691,20
Fr3	1060,70	864,30	633,80
Fr4	1010,70	806,40	616,70
Fr5	915,30	742,90	571,80

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan kapasitas infiltrasi pada tabel 4.16, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.15. Grafik kapasitas infiltrasi pada berbagai jenis tanah

Dapat dilihat dari table 4.16 dan gambar 4.15, dapat disimpulkan bahwa pada frekuensi hujan berulang (Fr_1 , Fr_2 , Fr_3 , Fr_4 , Fr_5) dengan intensitas curah hujan (I_{15}). Dimana nilai kapasitas infiltrasi pada frekuensi hujan pertama sampai frekuensi hujan kelima pada sampel 1 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 1253,00$ mm/jam, $Fr_2 = 1204,60$ mm/jam, $Fr_3 = 1060,70$ mm/jam, $Fr_4 = 1010,70$ mm/jam, $Fr_5 = 915,30$ mm/jam. Selanjutnya pada sampel 2 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 988,10$ mm/jam, $Fr_2 = 870,00$ mm/jam, $Fr_3 = 864,30$ mm/jam, $Fr_4 = 806,40$ mm/jam, $Fr_5 = 742,90$ mm/jam. Dan pada sampel 3 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 746,40$ mm/jam, $Fr_2 = 691,20$ mm/jam, $Fr_3 = 633,80$ m/jam, $Fr_4 = 616,70$ mm/jam, $Fr_5 = 571,80$ mm/jam.

Pada semua sampel tanah menunjukkan kapasitas infiltrasi menurun setiap pertambahan frekuensi hujan hal ini terjadi karena struktur butiran tanah pada saat tanah dihujani semakin lama membuat tanah padat

yang menyebabkan kemampatan tanah tinggi sehingga kapasitas infiltrasi kecil. Dan pada sampel 1 memiliki kapasitas infiltrasi lebih besar dari sampel tanah lainnya yang disebabkan ukuran pori tanah sebelum dihujani relatif besar seperti pasir yang memiliki ukuran butiran tanah yang dominan besar.

Dengan hasil analisa tersebut maka dapat disimpulkan, bahwa kapasitas infiltrasi berbanding lurus dengan laju infiltrasi dimana jika laju infiltrasi menurun maka kapasitas infiltrasi juga menurun begitupun sebaliknya.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada frekuensi hujan berulang (studi laboratorium) dengan menggunakan alat *rainfall simulator* yang dilakukan pada tiga jenis tanah yang divariasikan (gradasi tanah), maka dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Pengaruh gradasi tanah terhadap laju infiltrasi

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan laju infiltrasi dengan menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penyajian data dan analisis laju infiltrasi (f) dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi gradasi tanah yaitu, sampel 1, sampel 2, sampel 3 dengan Intensitas curah hujan I_{15} . Uraian untuk hasil pengamatan laju infiltrasi dapat dilihat pada tabel 4.17.

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada Sampel 1 dengan intensitas curah hujan I_{15} pada menit 15 (0,25 jam).

Perhitungan laju infiltrasi :

Volume infiltrasi = 320 ml

t : waktu = 5 menit

A : luas permukaan tanah = 12000 cm²

Laju infiltrasi = volume infiltrasi / (t/60)

= 320 / (5/60)

= 3840 ml/jam

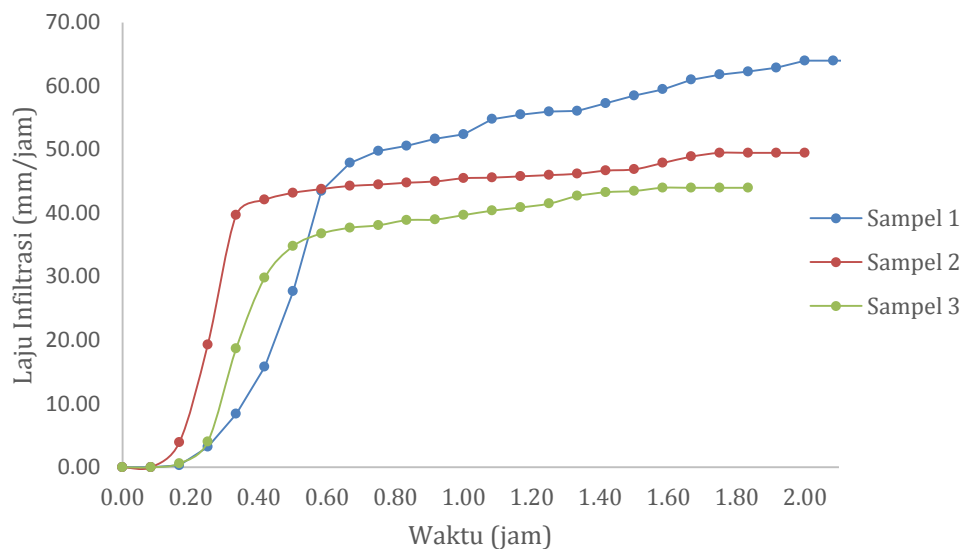
= 3840/12000 = 0,32 cm/jam = 3,20 mm/jam

Tabel 4.17. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 1

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	0.00	0.00	0.00
3	0.17	0.30	3.90	0.60
4	0.25	3.20	19.30	4.00
5	0.33	8.40	39.70	18.70
6	0.42	15.80	42.10	29.80
7	0.50	27.70	43.20	34.80
8	0.58	43.50	43.80	36.80
9	0.67	47.90	44.30	37.70
10	0.75	49.80	44.50	38.10
11	0.83	50.60	44.80	38.90
12	0.92	51.70	45.00	39.00
13	1.00	52.40	45.50	39.70
14	1.08	54.80	45.60	40.40
15	1.17	55.50	45.80	40.90
16	1.25	56.00	46.00	41.50
17	1.33	56.10	46.20	42.70
18	1.42	57.30	46.70	43.30
19	1.50	58.50	46.90	43.50
20	1.58	59.50	47.90	44.00
21	1.67	61.00	48.90	44.00
22	1.75	61.80	49.50	44.00
23	1.83	62.30	49.50	44.00
24	1.92	62.90	49.50	
25	2.00	64.00	49.50	
26	2.08	64.00		
27	2.17	64.00		
28	2.25	64.00		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.17 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.16. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan pertama (Fr_1)

Dari gambar 4.16 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Pada frekuensi hujan pertama (Fr_1) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,25 jam dengan laju infiltrasi maks 64,00 mm/jam. Pada frekuensi hujan pertama (Fr_1) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,00 jam dengan laju infiltrasi maks 49,50 mm/jam. Pada frekuensi hujan pertama (Fr_1) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 44,00 mm/jam.

Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang mempunyai ukuran pori tanah besar dan

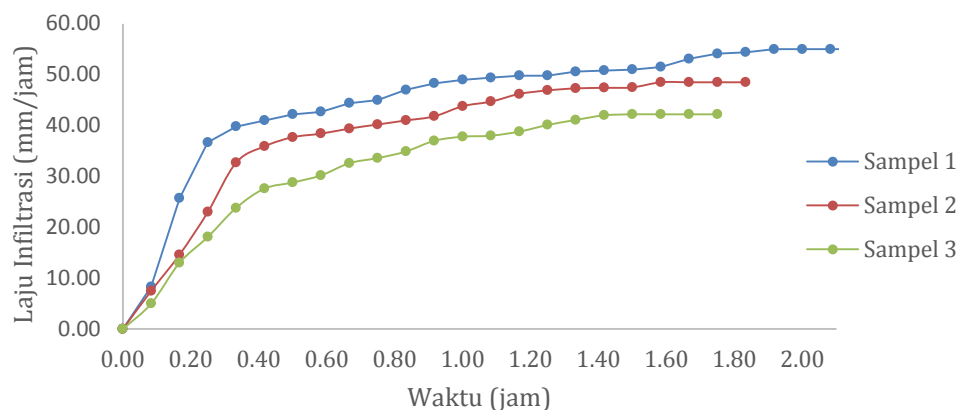
kemampatan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampatan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

Tabel 4.18. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 2

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	8.30	7.50	5.00
3	0.17	25.70	14.60	13.00
4	0.25	36.70	23.00	18.10
5	0.33	39.80	32.70	23.80
6	0.42	41.00	35.90	27.60
7	0.50	42.20	37.70	28.80
8	0.58	42.70	38.40	30.20
9	0.67	44.40	39.40	32.60
10	0.75	45.00	40.20	33.60
11	0.83	47.00	41.00	34.90
12	0.92	48.30	41.80	37.00
13	1.00	49.00	43.80	37.80
14	1.08	49.40	44.70	38.00
15	1.17	49.80	46.20	38.80
16	1.25	49.80	46.90	40.10
17	1.33	50.60	47.30	41.10
18	1.42	50.80	47.40	42.00
19	1.50	51.00	47.50	42.20
20	1.58	51.50	48.50	42.20
21	1.67	53.10	48.50	42.20
22	1.75	54.10	48.50	42.20
23	1.83	54.40	48.50	
24	1.92	55.00		
25	2.00	55.00		
26	2.08	55.00		
27	2.17	55.00		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.6 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.17. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan kedua (Fr₂)

Dari gambar 4.17 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan kedua (Fr₂) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,17 jam dengan laju infiltrasi maks 55,00 mm/jam. Frekuensi hujan kedua (Fr₂) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 48,50 mm/jam, frekuensi hujan kedua (Fr₂) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,75 jam dengan laju infiltrasi maks 42,30 mm/jam.

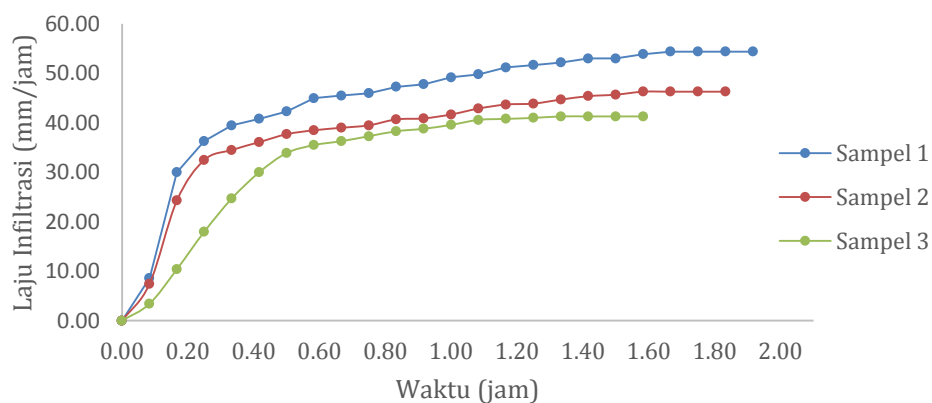
Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang mempunyai ukuran pori tanah besar dan kemampuan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampuan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

Tabel 4.19. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 3

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	8.60	7.40	3.40
3	0.17	30.00	24.30	10.40
4	0.25	36.30	32.50	18.00
5	0.33	39.50	34.50	24.70
6	0.42	40.80	36.10	30.00
7	0.50	42.30	37.70	33.90
8	0.58	45.00	38.50	35.50
9	0.67	45.50	39.00	36.30
10	0.75	46.00	39.50	37.30
11	0.83	47.30	40.70	38.30
12	0.92	47.80	40.90	38.80
13	1.00	49.20	41.70	39.60
14	1.08	49.80	42.90	40.60
15	1.17	51.20	43.70	40.80
16	1.25	51.70	43.90	41.00
17	1.33	52.20	44.70	41.30
18	1.42	53.00	45.40	41.30
19	1.50	53.00	45.70	41.30
20	1.58	53.90	46.30	41.30
21	1.67	54.40	46.30	
22	1.75	54.40	46.30	
23	1.83	54.40	46.30	
24	1.92	54.40		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.19 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :

**Gambar 4.18.** Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan ketiga (Fr₃)

Dari gambar 4.18 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I₁₅. Frekuensi hujan ketiga (Fr₃) pada

sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,92 jam dengan laju infiltrasi maks 54,40 mm/jam. Frekuensi hujan ketiga (Fr_3) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 46,30 mm/jam. Frekuensi hujan ketiga (Fr_3) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,58 jam dengan laju infiltrasi maks 41,30 mm/jam.

Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dan durasi waktu yang diperlukan untuk mencapai konstan lebih lama dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang menyebabkan ukuran pori besar dan kemampuan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampuan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

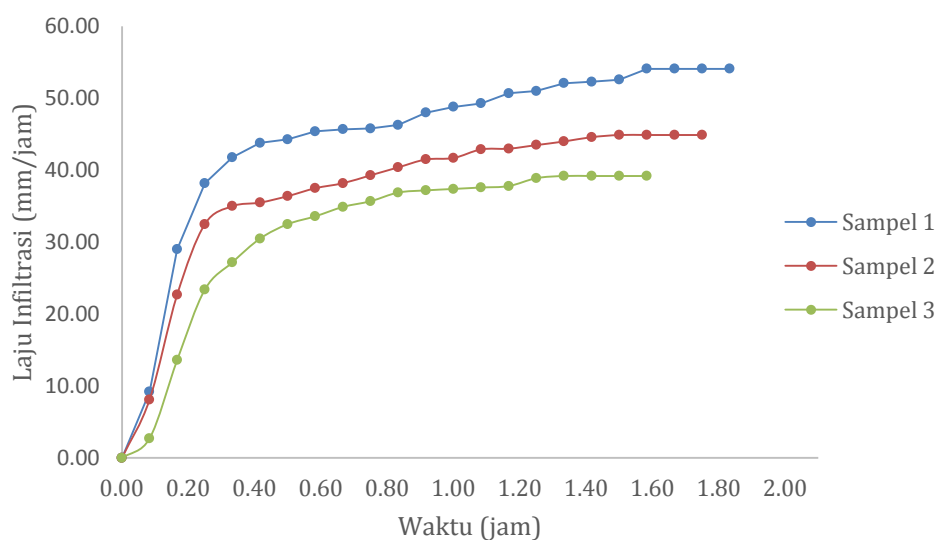
Tabel 4.20. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 4

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	9.20	8.10	2.70
3	0.17	29.00	22.70	13.60
4	0.25	38.20	32.50	23.40
5	0.33	41.80	35.00	27.20
6	0.42	43.80	35.50	30.50
7	0.50	44.30	36.40	32.50
8	0.58	45.40	37.50	33.60
9	0.67	45.70	38.20	34.90
10	0.75	45.80	39.30	35.70
11	0.83	46.30	40.40	36.90
12	0.92	48.00	41.50	37.20

1	2	3	4	5
13	1.00	48.80	41.70	37.40
14	1.08	49.30	42.90	37.60
15	1.17	50.70	43.00	37.80
16	1.25	51.00	43.50	38.90
17	1.33	52.10	44.00	39.20
18	1.42	52.30	44.60	39.20
19	1.50	52.60	44.90	39.20
20	1.58	54.10	44.90	39.20
21	1.67	54.10	44.90	
22	1.75	54.10	44.90	
23	1.83	54.10		

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada 4.20 diatas kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.19. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan keempat (Fr₄)

Dari gambar 4.19 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan keempat (Fr₄) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi maks 54,10 mm/jam. Frekuensi hujan keempat (Fr₄) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,75 jam dengan laju infiltrasi maks 44,90 mm/jam. Frekuensi

hujan keempat (Fr_4) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,58 jam dengan laju infiltrasi maks 39,20 mm/jam.

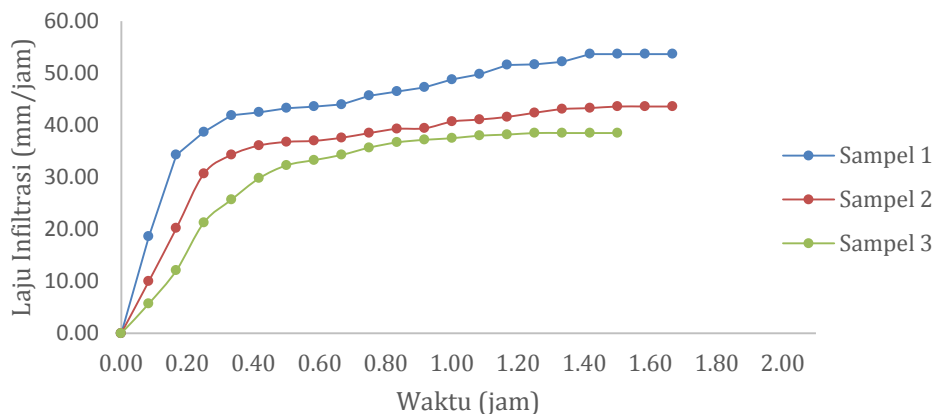
Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dan durasi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konstan lebih lama dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang menyebabkan ukuran pori besar dan kemampuan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampuan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

Tabel 4.21. Laju infiltrasi dari masing-masing jenis tanah pada frekuensi 5

No	Waktu	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	18.60	10.00	5.70
3	0.17	34.30	20.20	12.10
4	0.25	38.70	30.70	21.30
5	0.33	41.90	34.30	25.70
6	0.42	42.50	36.10	29.80
7	0.50	43.30	36.80	32.30
8	0.58	43.60	37.00	33.30
9	0.67	44.00	37.60	34.30
10	0.75	45.70	38.50	35.70
11	0.83	46.50	39.30	36.70
12	0.92	47.30	39.40	37.20
13	1.00	48.80	40.70	37.50
14	1.08	49.80	41.10	38.00
15	1.17	51.60	41.60	38.20
16	1.25	51.70	42.40	38.50
17	1.33	52.20	43.10	38.50
18	1.42	53.70	43.30	38.50
19	1.50	53.70	43.60	38.50
20	1.58	53.70	43.60	
21	1.67	53.70	43.60	

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai jenis tanah (gradasi) pada tabel 4.21 kemudian, dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.20. Grafik laju infiltrasi pada frekuensi hujan kelima (Fr_5)

Dari gambar 4.20 dinyatakan bahwa untuk masing-masing sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan kelima (Fr_5) pada sampel tanah 1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,67 jam dengan laju infiltrasi maks 53,70 mm/jam. Frekuensi hujan kelima (Fr_5) pada sampel tanah 2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,67 jam dengan laju infiltrasi maks 43,60 mm/jam. Frekuensi hujan kelima (Fr_5) pada sampel tanah 3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,50 jam dengan laju infiltrasi 38,50 maks mm/jam.

Pada sampel tanah pertama menunjukkan laju infiltrasi lebih besar dan durasi waktu yang diperlukan untuk mencapai konstan lebih lama dibanding sampel tanah kedua dan ketiga, hal ini dikarenakan ukuran butiran tanah pada sampel pertama dominan pasir yang mempunyai ukuran butiran tanah dominan besar yang menyebabkan ukuran pori besar dan kemampatan tanah kecil sehingga laju infiltrasi besar. Sedangkan di sampel tanah ketiga yang memiliki ukuran butiran tanah yang hampir

sama antara butiran tanah besar dan butiran tanah kecil tentu akan memiliki ukuran pori rapat dan kemampatan tanah tinggi dan laju infiltrasi rendah.

1) Perbandingan tingkat infiltrasi tanah dengan variasi gradasi tanah antara hasil perhitungan dengan metode Horton

Hasil perhitungan besarnya laju infiltrasi untuk setiap sampel gradasi tanah dapat dilihat pada contoh perhitungan di bawah ini :

SAMPEL 1

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel tanah dengan intensitas curah hujan I_{15} (152,81 mm/jam).

Perhitungan laju infiltrasi :

Volume hujan = $I \times t \times A$

$I = 152,81 \text{ mm/jam}$

$t = 5 \text{ menit}$

$A = 12000000 \text{ mm}^3 = 12000 \text{ cm}^2$

Vol. Hujan tiap 5 menit :

$$V = \frac{152,81}{60} \times 5 \times 12000$$

$$= 15281 \text{ ml}$$

Vol. Infiltrasi = Vol. Intensitas – Vol.run-off – Vol. Tamp. Drain

$$= 15281 - 0 - 0$$

$$= 15281 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju infiltrasi} &= \text{Vol. Infiltrasi} \times (t/60) \\
 &= 15281 \times (5/60) \\
 &= 1202 \text{ mm/jam} \\
 &= 1,0035 \text{ cm/jam} \\
 &= 10,35 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada menit selanjutnya diuraikan pada lampiran

A.

Dari data hasil pengamatan laju infiltrasi (f) yang dihitung menggunakan persamaan (2) dengan perhitungan nilai k menggunakan ($k = \frac{1}{m}$).

Tabel 4.22 menunjukkan laju infiltrasi untuk sampel tanah 1 pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai konstan.

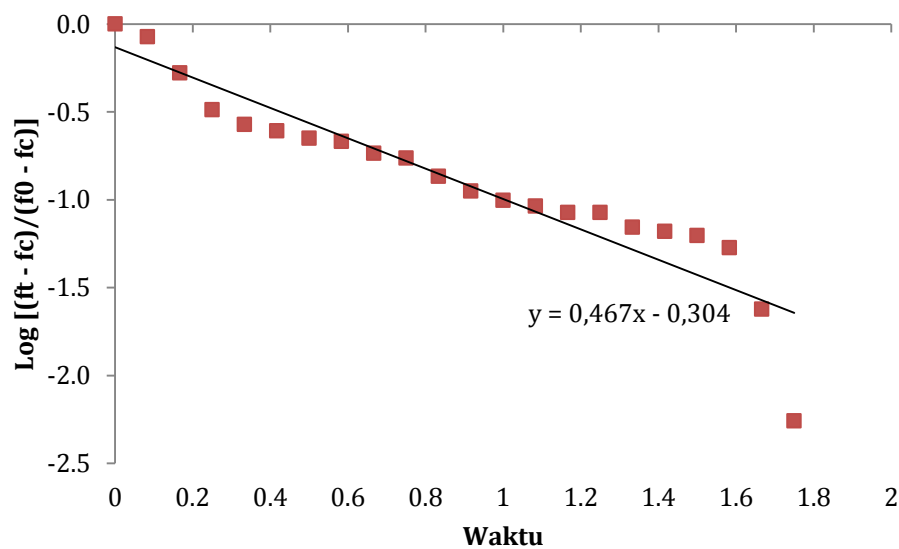
Tabel 4.22. Perhitungan parameter infiltrasi untuk sampel 1

Waktu	Perhitungan laju infiltrasi Horton (mm/jam)					
	I_{15}					
(jam)	f_0	f_t	F_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$\text{Log} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
1	2	3	4	5	6	7
0,00	55,00	55,00	0,60	54,40	54,40	0,000
0,08	55,00	46,70	0,60	46,10	54,40	-0,072
0,17	55,00	29,30	0,60	28,70	54,40	-0,278
0,25	55,00	18,30	0,60	17,70	54,40	-0,488
0,33	55,00	15,20	0,60	14,60	54,40	-0,571
0,42	55,00	14,00	0,60	13,40	54,40	-0,608
0,50	55,00	12,80	0,60	12,20	54,40	-0,649
0,58	55,00	12,30	0,60	11,70	54,40	-0,667
0,67	55,00	10,60	0,60	10,00	54,40	-0,736
0,75	55,00	10,00	0,60	9,40	54,40	-0,762
0,83	55,00	8,00	0,60	7,40	54,40	-0,866
0,92	55,00	6,70	0,60	6,10	54,40	-0,950

1	2	3	4	5	6	7
1,00	55,00	6,00	0,60	5,40	54,40	-1,003
1,08	55,00	5,60	0,60	5,00	54,40	-1,037
1,17	55,00	5,20	0,60	4,60	54,40	-1,073
1,25	55,00	5,20	0,60	4,60	54,40	-1,073
1,33	55,00	4,40	0,60	3,80	54,40	-1,156
1,42	55,00	4,20	0,60	3,60	54,40	-1,179
1,50	55,00	4,00	0,60	3,40	54,40	-1,204
1,58	55,00	3,50	0,60	2,90	54,40	-1,273
1,67	55,00	1,90	0,60	1,30	54,40	-1,622
1,75	55,00	0,90	0,60	0,30	54,40	-2,258
1,83	55,00	0,60	0,60		54,40	
1,92	55,00	0,00	0,60		54,40	
2,00	55,00	0,00	0,60		54,40	
2,08	55,00	0,00	0,60		54,40	
2,17	55,00	0,00	0,60		54,40	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada sampel tanah pertama pada tabel 4.22, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.21. Hubungan antara waktu dan Log [(ft - fc)/(f0 - fc)]

Dari gambar 4.21 didapat nilai $m = 0,467$, maka $k = 2,240$. Lalu nilai k dimasukkan kedalam persamaan metode Horton.

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel 1 frekuensi hujan kedua (0,08 jam) dengan intensitas curah hujan I15 (152,81 mm/jam)

Perhitungan laju infiltrasi Horton :

$$\begin{aligned}
 f &= f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \\
 &= 0,60 + (55,00 - 0,60)2,71828^{-2,140 \times 0} \\
 &= 46,114 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

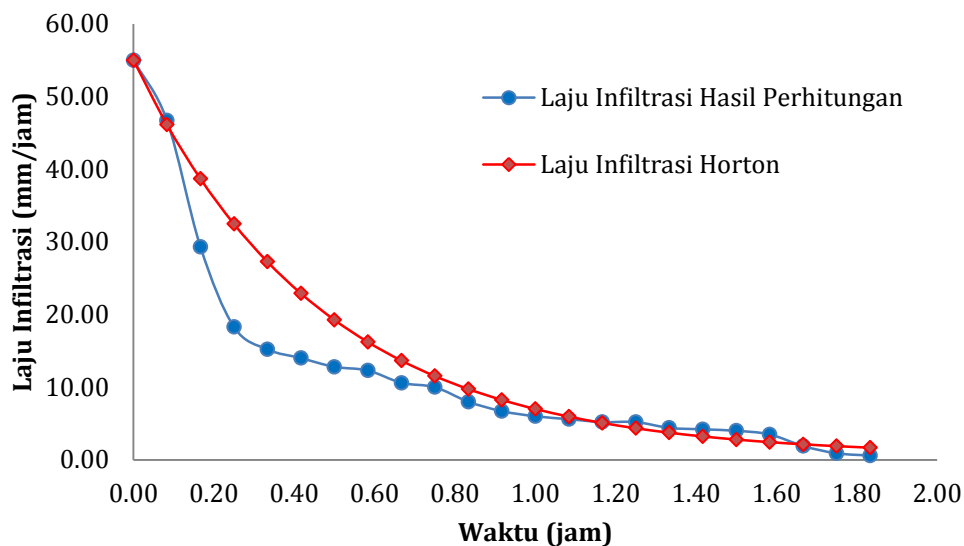
Untuk perhitungan laju infiltrasi pada menit selanjutnya dapat dilihat pada table 4.23.

Tabel 4.23. Nilai infiltrasi hasil perhitungan dan horton pada sampel 1

Waktu (jam)	Laju infiltrasi hasil perhitungan	Laju infiltrasi Horton
	(mm/jam)	(mm/jam)
0,00	55,000	55,000
0,08	46,700	46,114
0,17	29,300	38,680
0,25	18,300	32,460
0,33	15,200	27,256
0,42	14,000	22,902
0,50	12,800	19,260
0,58	12,300	16,212
0,67	10,600	13,662
0,75	10,000	11,528
0,83	8,000	9,743
0,92	6,700	8,250
1,00	6,000	7,000
1,08	5,600	5,955
1,17	5,200	5,080
1,25	5,200	4,349
1,33	4,400	3,736
1,42	4,200	3,224
1,50	4,000	2,795
1,58	3,500	2,437
1,67	1,900	2,137
1,75	0,900	1,886
1,83	0,600	1,676

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk perhitungan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22. Perbandingan nilai laju infiltrasi antara hasil Perhitungan dan metode Horton pada sampel 1

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.22 pada sampel tanah 1 frekuensi hujan kedua mencapai waktu konstan pada 1,83 jam dengan laju infiltrasi 0,600 mm/jam pada hasil perhitungan dan 1,676 mm/jam pada metode Horton

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton menunjukkan bahwa frekuensi hujan yang terus menerus menumbuk permukaan butiran tanah akan menghancurkan butira-butitan tanah dan pecahan-pecahan dari butiran tanah tersebut mengisi ruang kosong pada pori-pori tanah sehingga tanah menjadi padat, hal inilah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi. Seperti pada gambar 4.22 semakin lama butiran tanah dihujan semakin kecil laju infiltrasi.

SAMPEL 2

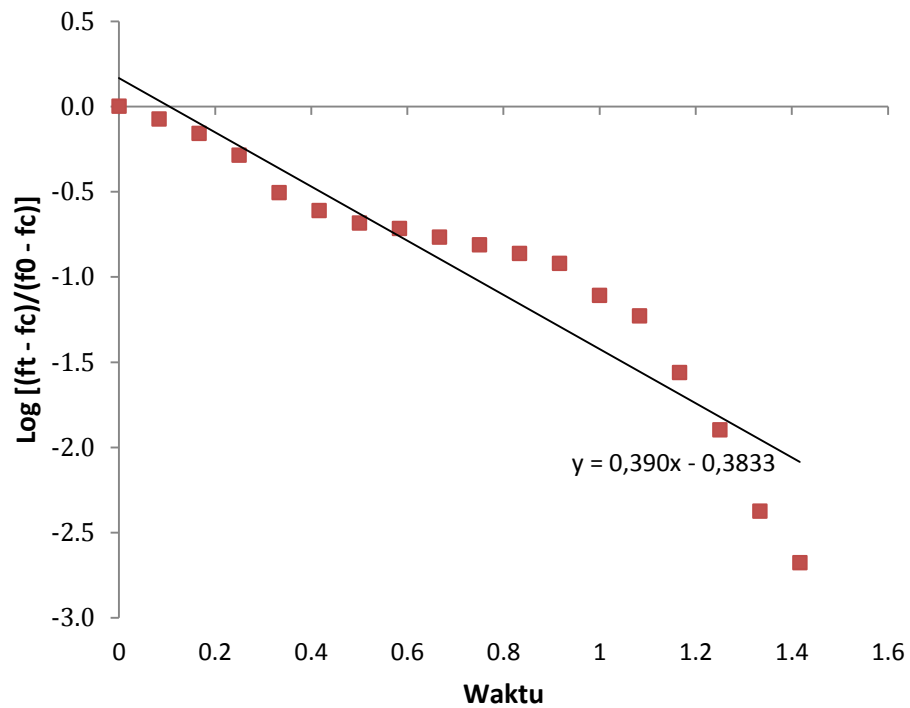
Tabel 4.24 menunjukkan laju infiltrasi untuk sampel tanah 2 pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai konstan

Tabel 4.24. Perhitungan parameter infiltrasi untuk sampel 2

Waktu (jam)	Perhitungan laju infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$\text{Log} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0,00	48,50	48,50	1,00	47,50	47,50	0,000
0,08	48,50	41,00	1,00	40,00	47,50	-0,075
0,17	48,50	33,90	1,00	32,90	47,50	-0,159
0,25	48,50	25,50	1,00	24,50	47,50	-0,288
0,33	48,50	15,80	1,00	14,80	47,50	-0,506
0,42	48,50	12,60	1,00	11,60	47,50	-0,612
0,50	48,50	10,80	1,00	9,80	47,50	-0,685
0,58	48,50	10,10	1,00	9,10	47,50	-0,718
0,67	48,50	9,10	1,00	8,10	47,50	-0,768
0,75	48,50	8,30	1,00	7,30	47,50	-0,813
0,83	48,50	7,50	1,00	6,50	47,50	-0,864
0,92	48,50	6,70	1,00	5,70	47,50	-0,921
1,00	48,50	4,70	1,00	3,70	47,50	-1,108
1,08	48,50	3,80	1,00	2,80	47,50	-1,230
1,17	48,50	2,30	1,00	1,30	47,50	-1,563
1,25	48,50	1,60	1,00	0,60	47,50	-1,899
1,33	48,50	1,20	1,00	0,20	47,50	-2,376
1,42	48,50	1,10	1,00	0,10	47,50	-2,677
1,50	48,50	1,00	1,00		47,50	
1,58	48,50		1,00		47,50	
1,67	48,50		1,00		47,50	
1,75	48,50		1,00		47,50	
1,83	48,50		1,00		47,50	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada sampel tanah kedua pada tabel 4.24, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.23. Hubungan antara waktu dan Log [(ft - fc)/(f0 - fc)]

Dari gambar 4.23 didapat nilai $m = 0,390$, maka $k = 2,564$. Lalu nilai k dimasukkan kedalam persamaan metode Horton.

Contoh perhitungan laju infiltrasi Horton pada sampel 1 frekuensi kedua (0,08 jam) dengan intensitas curah hujan I_{15} (152,81 mm/jam).

Perhitungan laju infiltrasi Horton :

$$\begin{aligned}
 f &= f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \\
 &= 1,00 + (48,50 - 1,00)2,71828^{-2,564 \times 0} \\
 &= 39,362 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

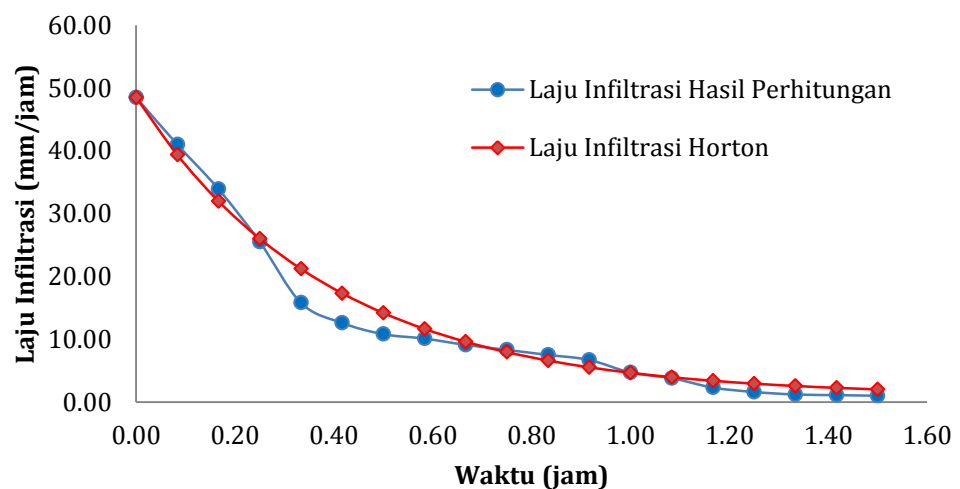
Untuk perhitungan laju infiltrasi pada menit selanjutnya dapat dilihat pada table 4.25.

Tabel 4.25 Nilai infiltrasi hasil perhitungan dan horton pada sampel 2

Waktu (jam)	Laju infiltrasi hasil perhitungan	Laju infiltrasi horton
	(mm/jam)	(mm/jam)
0,00	48,500	48,500
0,08	41,000	39,362
0,17	33,900	31,981
0,25	25,500	26,021
0,33	15,800	21,207
0,42	12,600	17,319
0,50	10,800	14,180
0,58	10,100	11,644
0,67	9,100	9,596
0,75	8,300	7,942
0,83	7,500	6,607
0,92	6,700	5,528
1,00	4,700	4,657
1,08	3,800	3,953
1,17	2,300	3,385
1,25	1,600	2,926
1,33	1,200	2,556
1,42	1,100	2,256
1,50	1,000	2,015

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk perhitungan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 4.24.



Gambar 4.24. Perbandingan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton pada sampel 1

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.24 pada sampel tanah 2 frekuensi hujan kedua mencapai waktu konstan pada 1,50 jam dengan laju infiltrasi 1,000 mm/jam pada hasil perhitungan dan 2,015 mm/jam pada metode Horton

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton menunjukkan bahwa frekuensi hujan yang terus menerus menumbuk permukaan butiran tanah akan menghancurkan butira-butitan tanah dan pecahan-pecahan dari butiran tanah tersebut mengisi ruang kosong pada pori-pori tanah sehingga tanah menjadi padat, hal inilah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi. Seperti pada gambar 4.24 semakin lama butiran tanah dihujan semakin kecil laju infiltrasi.

SAMPEL 3

Tabel 4.26 menunjukkan laju infiltrasi untuk sampel tanah 3 pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai konstan.

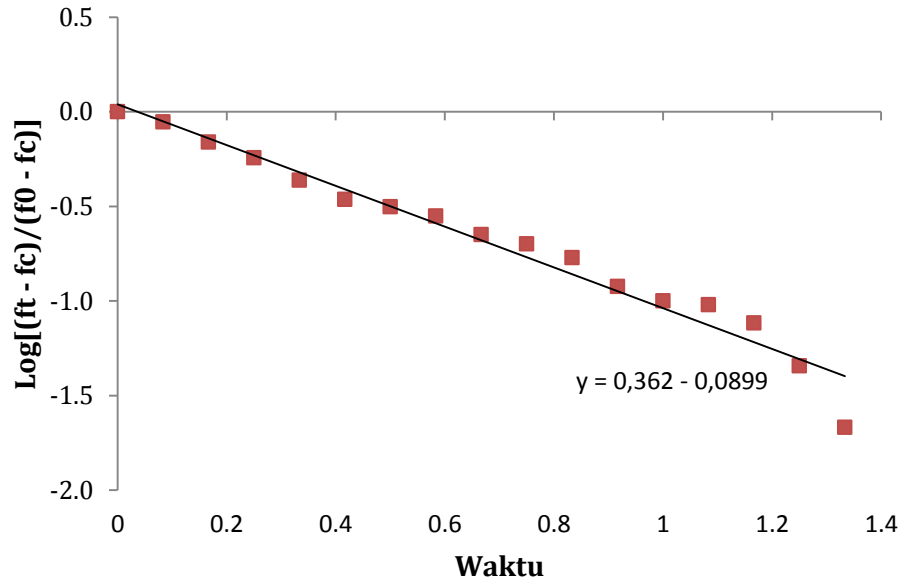
Tabel 4.26. Perhitungan parameter infiltrasi untuk sampel 3

Waktu	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	I_{15}					
(jam)	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$\text{Log} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
1	2	3	4	5	6	7
0,00	42,20	42,20	0,20	42,00	42,00	0,000
0,08	42,20	37,20	0,20	37,00	42,00	-0,055
0,17	42,20	29,20	0,20	29,00	42,00	-0,161
0,25	42,20	24,10	0,20	23,90	42,00	-0,245
0,33	42,20	18,40	0,20	18,20	42,00	-0,363
0,42	42,20	14,60	0,20	14,40	42,00	-0,465
0,50	42,20	13,40	0,20	13,20	42,00	-0,503

1	2	3	4	5	6	7
0,58	42,20	12,00	0,20	11,80	42,00	-0,551
0,67	42,20	9,60	0,20	9,40	42,00	-0,650
0,75	42,20	8,60	0,20	8,40	42,00	-0,699
0,83	42,20	7,30	0,20	7,10	42,00	-0,772
0,92	42,20	5,20	0,20	5,00	42,00	-0,924
1,00	42,20	4,40	0,20	4,20	42,00	-1,000
1,08	42,20	4,20	0,20	4,00	42,00	-1,021
1,17	42,20	3,40	0,20	3,20	42,00	-1,118
1,25	42,20	2,10	0,20	1,90	42,00	-1,344
1,33	42,20	1,10	0,20	0,90	42,00	-1,669
1,42	42,20	0,20	0,20		42,00	
1,50	42,20		0,20		42,00	
1,58	42,20		0,20		42,00	
1,67	42,20		0,20		42,00	
1,75	42,20		0,20		42,00	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi pada sampel tanah ketiga pada tabel 4.26, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 25. Hubungan antara waktu dan $\text{Log} [(ft - fc)/(f0 - fc)]$

Dari gambar 4.13 didapat nilai $m = 0,363$, maka $k = 2,276$. Lalu nilai k dimasukkan kedalam persamaan metode Horton.

Contoh perhitungan laju infiltrasi Horton pada sampel 3 frekuensi kedua (0,08 jam) dengan intensitas curah hujan I_{15} (152,81 mm/jam).

Perhitungan laju infiltrasi Horton :

$$\begin{aligned} f &= f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \\ &= 0,20 + (42,20 - 0,20)2,71828^{-2,276 \times 0} \\ &= 33,564 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

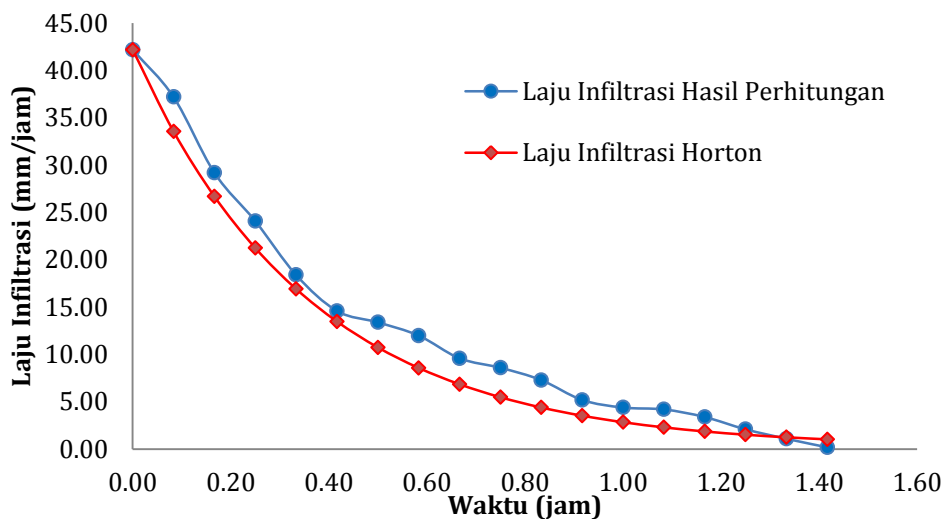
Untuk perhitungan laju infiltrasi pada menit selanjutnya dapat dilihat pada table 4.27.

Tabel 4.27. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton pada sampel 3

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan	Laju Infiltrasi Horton
	(mm/jam)	(mm/jam)
0,00	42,200	42,200
0,08	37,200	33,564
0,17	29,200	26,703
0,25	24,100	21,253
0,33	18,400	16,924
0,42	14,600	13,485
0,50	13,400	10,753
0,58	12,000	8,583
0,67	9,600	6,860
0,75	8,600	5,490
0,83	7,300	4,402
0,92	5,200	3,538
1,00	4,400	2,852
1,08	4,200	2,307
1,17	3,400	1,873
1,25	2,100	1,529
1,33	1,100	1,256
1,42	0,200	1,039

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk perhitungan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 4.26.



Gambar 4.26. Perbandingan nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dan metode Horton pada sampel 3

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.26 pada sampel tanah 3 frekuensi hujan kedua mencapai waktu konstan pada 1,42 jam dengan laju infiltrasi 0,200 mm/jam pada hasil perhitungan dan 1,039 mm/jam pada metode Horton

Dari hasil pengamatan laju infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton menunjukkan bahwa frekuensi hujan yang terus menerus menumbuk permukaan butiran tanah akan menghancurkan butira-butitan tanah dan pecahan-pecahan dari butiran tanah tersebut mengisi ruang kosong pada pori-pori tanah sehingga tanah menjadi padat, hal inilah yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi. Seperti pada gambar 4.26 semakin lama butiran tanah dihujan semakin kecil laju infiltrasi.

2. Pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan kapasitas infiltrasi dengan menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penyajian data dan analisis laju infiltrasi (f) dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi gradasi tanah yaitu sampel 1, sampel 2, sampel 3 dengan intensitas curah hujan I_{15} . Uraian untuk hasil pengamatan laju infiltrasi pada berbagai gradasi tanah dapat di lihat pada penjabaran berikut :

Contoh perhitungan kapasitas infiltrasi pada sampel 1 frekuensi hujan pertama dengan intensitas curah hujan I_{15} :

$$F_{(t)} = \int_0^t f(t)$$

$$F_{(t)} = \Sigma (f_0 \sim f_c)$$

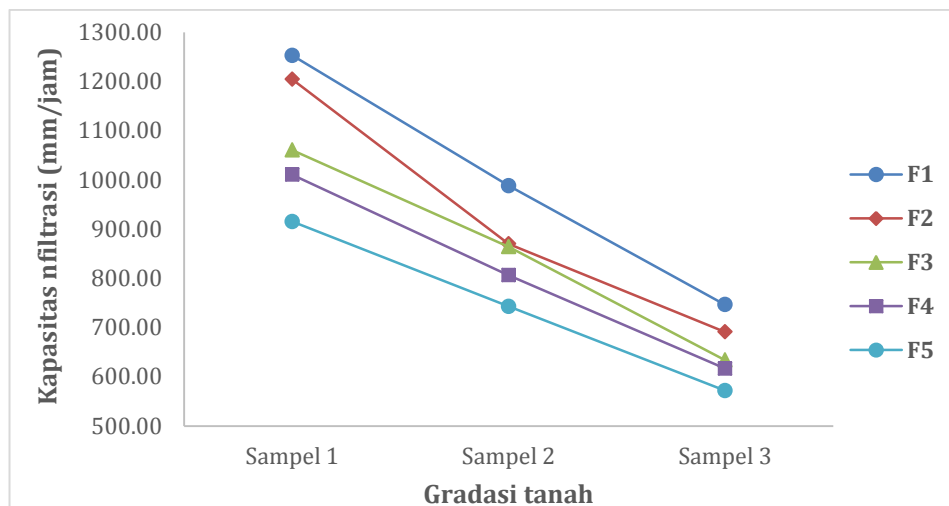
$$= 1253 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.28. Pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi

Tanah Sampel	Kapasitas infiltrasi pada masing masing frekuensi hujan				
	F1	F2	F3	F4	F5
	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
Sampel 1	1253,00	1204,60	1060,70	1010,70	915,30
Sampel 2	988,10	870,00	864,30	806,40	742,90
Sampel 3	746,40	691,20	633,80	616,70	571,80

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi pada tabel diatas kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.27. Grafik pengaruh gradasi tanah terhadap kapasitas infiltrasi

Dari tabel 4.28 dan gambar 4.27 dapat disimpulkan bahwa, pada tiga variasi gradasi tanah yang berbeda yaitu sampel 1, sampel 2 dan sampel 3, dengan intensitas hujan yang sama. Dimana nilai kapasitas infiltrasi pada sampel 1 dengan intensitas curah hujan I_{15} . Frekuensi hujan pertama sampai frekuensi hujan kelima pada sampel 1 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 1253,00$ mm/jam, $Fr_2 = 1204,60$ mm/jam, $Fr_3 = 1060,70$ mm/jam, $Fr_4 = 1010,70$ mm/jam, $Fr_5 = 915,30$ mm/jam. Selanjutnya pada sampel 2 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 988,10$ mm/jam, $Fr_2 = 870,00$ mm/jam, $Fr_3 = 864,30$ mm/jam, $Fr_4 = 806,40$ mm/jam, $Fr_5 = 742,90$ mm/jam. Dan pada sampel 3 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 746,40$ mm/jam, $Fr_2 = 704,00$ mm/jam, $Fr_3 = 633,80$ m/jam, $Fr_4 = 616,70$ mm/jam, $Fr_5 = 571,80$ mm/jam.

Pada semua sampel tanah menunjukkan kapasitas infiltrasi menurun setiap pertambahan frekuensi hujan hal ini terjadi karena struktur

butiran tanah pada saat tanah dihujani semakin lama membuat tanah padat yang menyebabkan kemampatan tanah tinggi sehingga kapasitas infiltrasi kecil. Dan pada sampel 1 memiliki kapasitas infiltrasi lebih besar dari sampel tanah lainnya yang disebabkan ukuran pori tanah sebelum dihujani relatif besar seperti pasir yang memiliki ukuran butiran tanah yang dominan besar.

Dengan hasil analisa tersebut maka dapat disimpulkan, kapasitas infiltrasi berbanding lurus dengan laju infiltrasi dimana jika laju infiltrasi menurun maka kapasitas infiltrasi juga menurun.

3. Pengaruh frekuensi hujan berulang terhadap laju infiltrasi

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan dengan menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penyajian data dan analisis laju infiltrasi pada kondisi tanah asli, dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi gradasi tanah dengan intensitas curah hujan rencana I_{15} , dan lima variasi frekuensi hujan. Uraian mengenai hasil pengamatan dari proses tersebut secara berturut-turut disajikan pada tabel 4.29, tabel 4.30, dan tabel 4.31.

SAMPEL 1

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel 1 dengan intensitas curah hujan I_{15} . Pada frekuensi hujan kedua di menit 5 (0.08 jam).

Perhitungan laju infiltrasi :

Volume infiltrasi = 830 ml

t : waktu = 5 menit

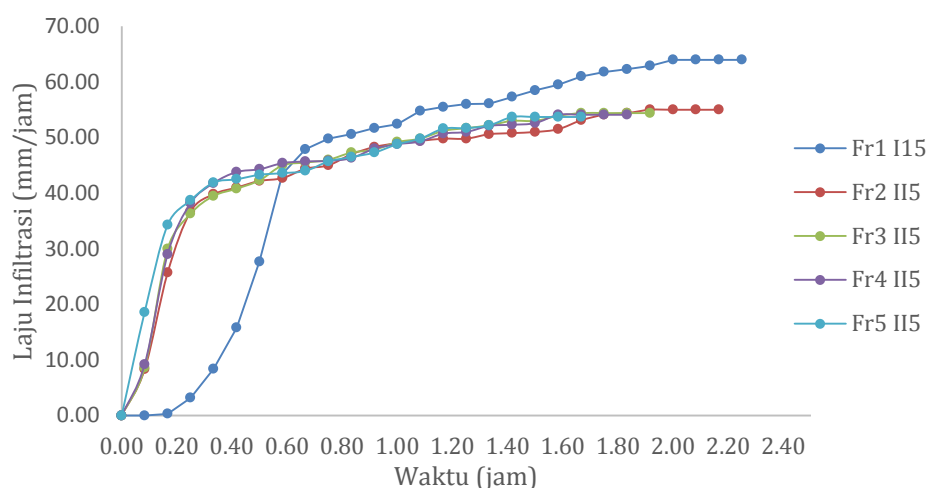
A : luas permukaan tanah = 12000 cm²

$$\begin{aligned}
 \text{Laju infiltrasi} &= \text{volume infiltrasi} / (t/60) \\
 &= 830 / (5/60) \\
 &= 9960 \text{ ml/jam} \\
 &= 9960/12000 = 0,83 \text{ cm/jam} = 8,30 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.29. Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 1 dengan intensitas curah hujan I_{15}

No.	Waktu (jam)	Laju Infiltrasi				
		$Fr_1 I_{15}$	$Fr_2 I_{15}$	$Fr_3 I_{15}$	$Fr_4 I_{15}$	$Fr_5 I_{15}$
		(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	0.00	8.30	8.60	9.20	18.60
3	0.17	0.30	25.70	30.00	29.00	34.30
4	0.25	3.20	36.70	36.30	38.20	38.70
5	0.33	8.40	39.80	39.50	41.80	41.90
6	0.42	15.80	41.00	40.80	43.80	42.50
7	0.50	27.70	42.20	42.30	44.30	43.30
8	0.58	43.50	42.70	45.00	45.40	43.60
9	0.67	47.90	44.40	45.50	45.70	44.00
10	0.75	49.80	45.00	46.00	45.80	45.70
11	0.83	50.60	47.00	47.30	46.30	46.50
12	0.92	51.70	48.30	47.80	48.00	47.30
13	1.00	52.40	49.00	49.20	48.80	48.80
14	1.08	54.80	49.40	49.80	49.30	49.80
15	1.17	55.50	49.80	51.20	50.70	51.60
16	1.25	56.00	49.80	51.70	51.00	51.70
17	1.33	56.10	50.60	52.20	52.10	52.20
18	1.42	57.30	50.80	53.00	52.30	53.70
19	1.50	58.50	51.00	53.00	52.60	53.70
20	1.58	59.50	51.50	53.90	54.10	53.70
21	1.67	61.00	53.10	54.40	54.10	53.70
22	1.75	61.80	54.10	54.40	54.10	
23	1.83	62.30	54.40	54.40	54.10	
24	1.92	62.90	55.00	54.40		
25	2.00	64.00	55.00			
26	2.08	64.00	55.00			
27	2.17	64.00	55.00			
28	2.25	64.00				
Jumlah		1253.00	1204.60	1060.70	1010.70	915.30
Rata ²		46.41	46.33	46.12	45.94	45.77

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 4.28. Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 1 dengan intensitas curah hujan I_{15}

Dari gambar 4.28 dinyatakan bahwa untuk sampel tanah 1 dengan intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan pertama (Fr_1) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,25 jam dengan laju infiltrasi 64,00 mm/jam, frekuensi hujan kedua (Fr_2) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,17 jam dengan laju infiltrasi 55,00 mm/jam, frekuensi hujan ketiga (Fr_3) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,92 jam dengan laju infiltrasi 54,40 mm/jam, frekuensi hujan keempat (Fr_4) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi 54,10 mm/jam, dan frekuensi hujan kelima (Fr_5) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,67 jam dengan laju infiltrasi 53,70 mm/jam.

Laju infiltrasi pada sampel pertama mengalami penurunan pada setiap penambahan frekuensi hujan hal ini disebabkan karena setiap tanah dihujani maka struktur butiran tanah juga semakin padat dan menyebabkan kemampuan tanah tinggi sehingga laju infiltrasi semakin menurun.

SAMPEL 2

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel 2 dengan intensitas curah hujan I_{15} . Pada frekuensi hujan kedua pada menit 5 (0.08 jam).

Perhitungan laju infiltrasi :

$$\text{Volume infiltrasi} = 750 \text{ ml}$$

$$t : \text{waktu} = 5 \text{ menit}$$

$$A : \text{luas permukaan tanah} = 12000 \text{ cm}^2$$

$$\text{Laju infiltrasi} = \text{volume infiltrasi} / (t/60)$$

$$= 750 / (5/60)$$

$$= 9000 \text{ ml/jam}$$

$$= 9000/12000 = 0,75 \text{ cm/jam} = 7,5 \text{ mm/jam}$$

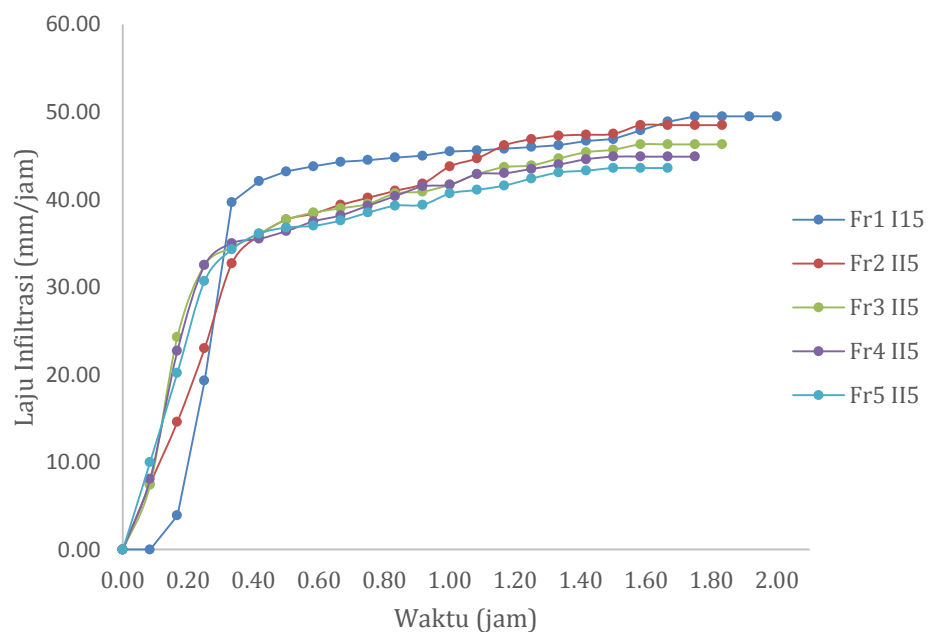
Untuk perhitungan pada menit, intensitas, dan frekuensi hujan selanjutnya diuraikan sebagai berikut.

Tabel 4.30. Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 2 dengan intensitas curah hujan I_{15}

No.	Waktu (jam)	Laju infiltrasi				
		$Fr_1 I_{15}$ (mm/jam)	$Fr_2 I_{15}$ (mm/jam)	$Fr_3 I_{15}$ (mm/jam)	$Fr_4 I_{15}$ (mm/jam)	$Fr_5 I_{15}$ (mm/jam)
1	2	3	4	5	6	7
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	0.00	7.50	7.40	8.10	10.00
3	0.17	3.90	14.60	24.30	22.70	20.20
4	0.25	19.30	23.00	32.50	32.50	30.70
5	0.33	39.70	32.70	34.50	35.00	34.30
6	0.42	42.10	35.90	36.10	35.50	36.10
7	0.50	43.20	37.70	37.70	36.40	36.80
8	0.58	43.80	38.40	38.50	37.50	37.00
9	0.67	44.30	39.40	39.00	38.20	37.60
10	0.75	44.50	40.20	39.50	39.30	38.50
11	0.83	44.80	41.00	40.70	40.40	39.30
12	0.92	45.00	41.80	40.90	41.50	39.40
13	1.00	45.50	43.80	41.70	41.70	40.70

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
14	1.08	45.60	44.70	42.90	42.90	41.10
15	1.17	45.80	46.20	43.70	43.00	41.60
16	1.25	46.00	46.90	43.90	43.50	42.40
17	1.33	46.20	47.30	44.70	44.00	43.10
18	1.42	46.70	47.40	45.40	44.60	43.30
19	1.50	46.90	47.50	45.70	44.90	43.60
20	1.58	47.90	48.50	46.30	44.90	43.60
21	1.67	48.90	48.50	46.30	44.90	43.60
22	1.75	49.50	48.50	46.30	44.90	
23	1.83	49.50	48.50	46.30		
24	1.92	49.50				
25	2.00	49.50				
Jumlah		988.10	870.00	864.30	806.40	742.90
Rata ²		41.17	39.55	39.29	38.40	37.15

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 4.29. Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 2 dengan intensitas curah hujan I_{15}

Dari gambar 4.29 dinyatakan bahwa untuk sampel tanah 2 dengan intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan pertama (Fr_1) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 2,00 jam dengan laju infiltrasi 49,50 mm/jam, frekuensi hujan kedua (Fr_2) menunjukkan bahwa waktu mencapai

konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi 48,50 mm/jam, frekuensi hujan ketiga (Fr_3) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi 46,30 mm/jam, frekuensi hujan keempat (Fr_4) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,75 jam dengan laju infiltrasi 44,90 mm/jam, dan frekuensi hujan kelima Fr_5 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,67 jam dengan laju infiltrasi 43,60 mm/jam.

Laju infiltrasi pada sampel pertama mengalami penurunan pada setiap penambahan frekuensi hujan hal ini disebabkan karena setiap tanah dihujani maka struktur butiran tanah juga semakin padat dan menyebabkan kemampuan tanah tinggi sehingga laju infiltrasi semakin menurun..

SAMPEL 3

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada sampel 3 dengan intensitas curah hujan I_{15} . Pada frekuensi hujan kedua dimenit 5 (0.08 jam).

Perhitungan laju infiltrasi :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume infiltrasi} &= 500 \text{ ml} \\
 t : \text{ waktu} &= 5 \text{ menit} \\
 A : \text{ luas permukaan tanah} &= 12000 \text{ cm}^2 \\
 \text{Laju infiltrasi} &= \text{volume infiltrasi} / (t/60) \\
 &= 500 / (5/60) \\
 &= 6000 \text{ ml/jam} \\
 &= 6000/12000 \\
 &= 0,1 \text{ cm/jam} = 1,0 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

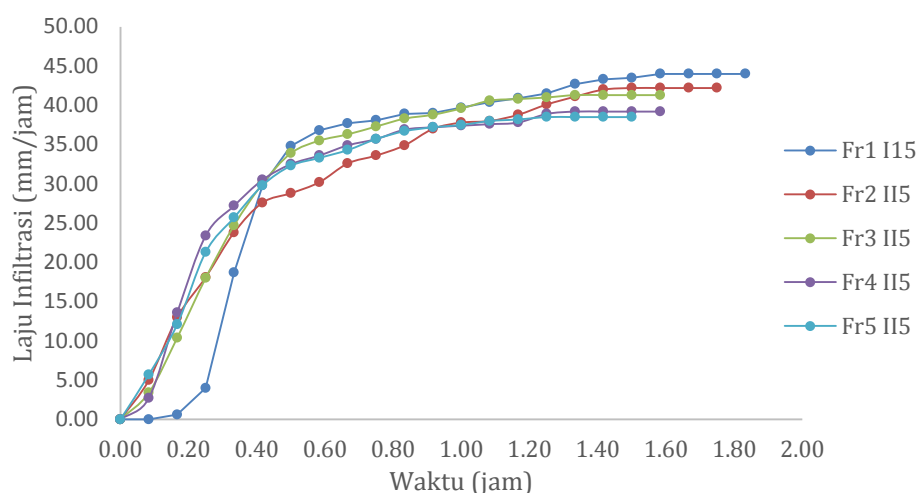
Untuk perhitungan pada menit, intensitas, dan frekuensi hujan selanjutnya diuraikan sebagai berikut.

Tabel 4.31. Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 3 dengan intensitas curah hujan I_{15}

No.	Waktu (jam)	Laju Infiltrasi				
		$Fr_1 I_{15}$	$Fr_2 I_{15}$	$Fr_3 I_{15}$	$Fr_4 I_{15}$	$Fr_5 I_{15}$
		(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.08	0.00	5.00	3.40	2.70	5.70
3	0.17	0.60	13.00	10.40	13.60	12.10
4	0.25	4.00	18.10	18.00	23.40	21.30
5	0.33	18.70	23.80	24.70	27.20	25.70
6	0.42	29.80	27.60	30.00	30.50	29.80
7	0.50	34.80	28.80	33.90	32.50	32.30
8	0.58	36.80	30.20	35.50	33.60	33.30
9	0.67	37.70	32.60	36.30	34.90	34.30
10	0.75	38.10	33.60	37.30	35.70	35.70
11	0.83	38.90	34.90	38.30	36.90	36.70
12	0.92	39.00	37.00	38.80	37.20	37.20
13	1.00	39.70	37.80	39.60	37.40	37.50
14	1.08	40.40	38.00	40.60	37.60	38.00
15	1.17	40.90	38.80	40.80	37.80	38.20
16	1.25	41.50	40.10	41.00	38.90	38.50
17	1.33	42.70	41.10	41.30	39.20	38.50
18	1.42	43.30	42.00	41.30	39.20	38.50
19	1.50	43.50	42.20	41.30	39.20	38.50
20	1.58	44.00	42.20	41.30	39.20	
21	1.67	44.00	42.20			
22	1.75	44.00	42.20			
23	1.83	44.00				
Jumlah		746.40	691.20	633.80	616.70	571.80
Rata ²		33.93	32.91	33.36	32.46	31.77

Sumber : Hasil perhitungan

Dari perhitungan laju infiltrasi pada tabel 4.31, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.30. Tingkat infiltrasi tanah pada sampel 3 dengan intensitas curah hujan I_{15}

Dari gambar 4.30 dinyatakan bahwa untuk sampel tanah 3 dengan intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan pertama (Fr_1) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,83 jam dengan laju infiltrasi 44,00 mm/jam, frekuensi hujan kedua (Fr_2) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,75 jam dengan laju infiltrasi 42,20 mm/jam, frekuensi hujan ketiga (Fr_3) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,58 jam dengan laju infiltrasi 41,30 mm/jam, frekuensi hujan keempat (Fr_4) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,58 jam dengan laju infiltrasi 39,20 mm/jam, dan frekuensi hujan kelima (Fr_5) menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan (t_c) 1,50 jam dengan laju infiltrasi 38,50 mm/jam.

Laju infiltrasi pada sampel pertama mengalami penurunan pada setiap penambahan frekuensi hujan hal ini disebabkan karena setiap tanah dihujani maka struktur butiran tanah juga semakin padat dan menyebabkan kemampatan tanah tinggi sehingga laju infiltrasi semakin menurun.

4. Pengaruh frekuensi hujan terhadap kapasitas infiltrasi

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan kapasitas infiltrasi dengan menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penyajian data dan analisis kapasitas infiltrasi dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi gradasi tanah yaitu, sampel 1, sampel 2, sampel 3 dengan intensitas curah hujan I_{15} . Uraian untuk hasil pengamatan kapasitas infiltrasi pada berbagai gradasi tanah dapat dilihat pada tabel 4.32 :

Contoh perhitungan kapasitas infiltrasi pada sampel 1 frekuensi hujan pertama dengan intensitas curah hujan I_{15} :

$$F_{(t)} = \int_0^t f(t)$$

$$F_{(t)} = \Sigma (f_0 \sim f_c)$$

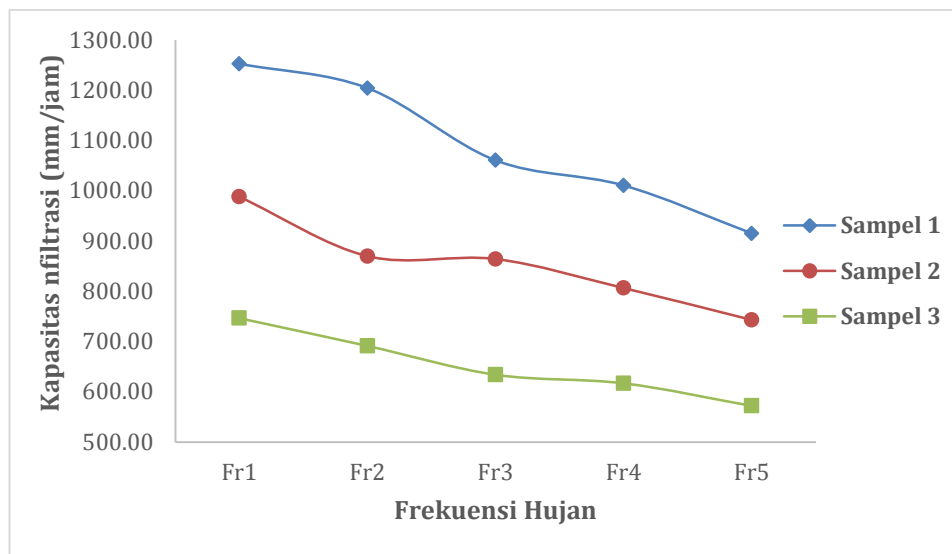
$$= 1253 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.32. Kapasitas infiltrasi pada beberapa jenis tanah

Frekuensi Hujan	Gradasi tanah		
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Fr1	1253,00	988,10	746,40
Fr2	1204,60	870,00	691,20
Fr3	1060,70	864,30	633,80
Fr4	1010,70	806,40	616,70
Fr5	915,30	742,90	571,80

Sumber : Hasil perhitungan

Dari hasil pengamatan kapasitas infiltrasi pada tabel 4.32, kemudian dibuatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.31. Grafik kapasitas infiltrasi pada berbagai jenis tanah

Dapat dilihat dari table 4.32 dan gambar 4.31, dapat disimpulkan bahwa pada frekuensi hujan berulang (Fr_1 , Fr_2 , Fr_3 , Fr_4 , Fr_5) dengan intensitas curah hujan (I_{15}). Dimana nilai kapasitas infiltrasi pada frekuensi hujan pertama sampai frekuensi hujan kelima pada sampel 1 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 1253,00$ mm/jam, $Fr_2 = 1204,60$ mm/jam, $Fr_3 = 1060,70$ mm/jam, $Fr_4 = 1010,70$ mm/jam, $Fr_5 = 915,30$ mm/jam. Selanjutnya pada sampel 2 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 988,10$ mm/jam, $Fr_2 = 870,00$ mm/jam, $Fr_3 = 864,30$ mm/jam, $Fr_4 = 806,40$ mm/jam, $Fr_5 = 742,90$ mm/jam. Dan pada sampel 3 memiliki nilai kapasitas infiltrasi (F) yaitu, $Fr_1 = 746,40$ mm/jam, $Fr_2 = 691,20$ mm/jam, $Fr_3 = 633,80$ m/jam, $Fr_4 = 616,70$ mm/jam, $Fr_5 = 571,80$ mm/jam.

Pada semua sampel tanah menunjukkan kapasitas infiltrasi menurun setiap pertambahan frekuensi hujan hal ini terjadi karena struktur butiran tanah pada saat tanah dihujani semakin lama membuat tanah padat

yang menyebabkan kemampatan tanah tinggi sehingga kapasitas infiltrasi kecil. Dan pada sampel 1 memiliki kapasitas infiltrasi lebih besar dari sampel tanah lainya yang disebabkan ukuran pori tanah sebelum diujani relatif besar seperti pasir yang memiliki ukuran butiran tanah yang dominan besar.

Dengan hasil analisa tersebut maka dapat disimpulkan, bahwa kapasitas infiltrasi berbanding lurus dengan laju infiltrasi dimana jika laju infiltrasi menurun maka kapasitas infiltrasi juga menurun begitupun sebaliknya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari uraian pada bagian pembahasan hasil penelitian, selanjutnya dapat dikemukakan beberapa hal yang menjadi kesimpulan sebagai berikut :

1. Gradasi tanah pada setiap sampel sangat mempengaruhi laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi dimana gradasi tanah yang memiliki ukuran butiran lebih halus akan memiliki struktur tanah yang lebih padat saat di hujani dengan frekuensi hujan berulang ($Fr_1, Fr_2, Fr_3, Fr_4, Fr_5$). Hal inilah yang menyebabkan laju infiltrasi kecil dan kapasitas infiltrasi menurun.
2. Laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada masing-masing sampel tanah (gradasi) menurun berbanding lurus dengan bertambahnya frekuensi hujan ($Fr_1, Fr_2, Fr_3, Fr_4, Fr_5$), semakin banyak frekuensi hujan semakin kecil infiltrasi yang terjadi pada intensitas curah hujan yang sama (I_{15}).

B. Saran

Dalam penelitian ini digunakan intensitas curah hujan di tiga wilayah di kabupaten gowa, dengan frekuensi hujan berulang ($Fr_1, Fr_2, Fr_3, Fr_4, Fr_5$) yang intensitasnya sama (I_{15}). Dan menggunakan tiga jenis tanah yang gradasinya divariasikan (pasir, lempung, dan lanau). Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan curah hujan wilayah yang berbeda dan intensitas curah hujan yang bervariasi. Dan diharapkan pula pada penelitian

selanjutnya untuk memperhatikan faktor teknis (kerusakan alat, prosedur setting media). Serta pengujian harus tetap berlanjut sampai penelitian selesai karena akan sangat mempengaruhi hasil penelitian apabila dihentikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press : Bogor.
- Asdak, Chay. 2001. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- BR, Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Daryanto, 2004. *Masalah Pencemaran*. PT. Tarsito : Bandung.
- Das, Braja, m. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) jilid- I*. Erlangga : Jakarta.
- Nurnawaty, dan Abd. Rakhim Nanda. 2015. *Kapasitas Infiltrasi Tanah Timbunan Dengan Tutupan Paving Blok (Uji Model Laboratorium)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Dhalhar, M.A. 1972. Process and Field Evaluation Of Infiltration Rate. A “Plan B” Paper for the M.Sc. Degree. The University of Minnesota
- Dwi, Ihwan. 2015. ”Klasifikasi tanah”. <http://one-geo.blogspot.co.id/2011/05/klasifikasi-tanah.html> (diakses padatanggal 13 april 2017)
- Erwin. 2012. “Infiltrasi”. <http://erwingeograf.co.id/2012/02/Infiltrasi.html> (diakses padatanggal13april 2017)
- Fakhli. 2014. “Pengertian dan klasifikasi gradasi”. <http://www.kumpulengineer.com/2014/05/pengertian-dan-klasifikasi-gradasi.html> (diakses pada tanggal 13 april 2017)
- Haan, C.T. 1997. *Statistical Methods in Hydrology*. The Iowa Satate Univercity Press.
- Hardjowigeno, Sarwono. 1987. *Ilmu Tanah*. PT. Mediyatma Sarana Perkasa: Jakarta
- Hardyatmo, Hary C. 2012. *Mekanika Tanah I*. Penerbit Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Indarto. 2010. *Hidrologi*. Bumi Aksara : Jember
- Kartasapoetra, A.G dan Sutedjo, M.M. 1991.*Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Bhineka Cipta : Jakarta
- Lee, R. 1990. *Hidrologi Hutan*. UGM Press : Yogyakarta

- Mangostina, Circinia. 2010. "*Curah Hujan*". <http://bidinagtuns.blogspot.co.id/2010/11/curah-hujan-berulang.html> (diakses pada tanggal 13 april 2017)
- Mulyadi, Tedi. 2015. "*3 macam siklus hidrologi*". <http://budisma.net/2015/02/3-macam-siklus-hidrologi.html> (diakses pada tanggal 13 april 2017)
- Munaljid, Jati K. 2015. *Aplikasi Model Infiltrasi pada Tanah Dengan Model Kostiyacov dan Model Horton (Uji Model Laboratorium)*.
- Notohadiprawiro, Tejoyuwono. 1998. *Tanah Dan Lingkungan*. Depdikbud: Jakarta
- Seyhan, E.1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soemarno. 2013. "*Dit Aliran Permukaan-Limpasan Permukaan -Runoff*". <http://marno.lecture.ub.ac.id/2013/11/aliran-permukaan-limpasan-permukaan-runoff.html> (diakses pada tanggal 13 april 2017)
- Sosrodarsono, Suyono. 1984. *Perbaikan Dan Pengaturan Sungai*. Pradnya Paramita : Jakarta
- Sugiyono, 2012. *Memahami Penelitian Kualitatif*. ALFABETA : Bandung
- Sugiyono, 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. ALFABETA: Bandung
- Sugiyono, 2002. *Statistika Untuk Penelitian*. ALFABETA : Bandung
- Suhendra, andryan. 2011. *Studi Kapasitas Infiltrasi Metode Horton Untuk Pemakaian Biopori Di Kampus Universitas Bina Nusantara Berdasarkan debit Limpasan Permukaan*.
- Supirin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*. Andi : Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset : Yogyakarta
- Verhoef, PNW. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga : Jakarta
- Wibowo, H. 2008. *Desain Prototipe Alat Pengukur Curah Hujan Jarak Jauh Dengan Pengendali Komputer*.
- Yogatyas. 2015. "*Infiltrasi*". <http://yogatyas.blogspot.co.id/2015/06/infiltrasi.html> (diakses pada tanggal 13 april 2017)

LAMPIRAN A : PERHITUNGAN LAJU INFILTRASI

Tabel 1. Perhitungan laju infiltrasi sampel 1

waktu	Volume Hujan	Tampungan drain I ₁₅	Laju Infiltrasi I ₁₅		
menit ke	(ml)	(ml)	(ml)	(ml/jam)	(mm/jam)
0	15281	0	15281	1273	10,612
5	15281	830	14451	1204	10,035
10	15281	2570	12711	1059	8,827
15	15281	3670	11611	968	8,063
20	15281	3980	11301	942	7,848
25	15281	4100	11181	932	7,765
30	15281	4220	11061	922	7,681
35	15281	4270	11011	918	7,647
40	15281	4440	10841	903	7,528
45	15281	4500	10781	898	7,487
50	15281	4700	10581	882	7,348
55	15281	4830	10451	871	7,258
60	15281	4900	10381	865	7,209
65	15281	4940	10341	862	7,181
70	15281	4980	10301	858	7,153
75	15281	4980	10301	858	7,153
80	15281	5060	10221	852	7,098
85	15281	5080	10201	850	7,084
90	15281	5100	10181	848	7,070
95	15281	5150	10131	844	7,035
100	15281	5310	9971	831	6,924
105	15281	5410	9871	823	6,855
110	15281	5440	9841	820	6,834
115	15281	5500	9781	815	6,792
120	15281	5500	9781	815	6,792
125	15281	5500	9781	815	6,792
130	15281	5500	9781	815	6,792

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. Perhitungan laju infiltrasi sampel 2

waktu	Volume Hujan	Tampungangan drain I ₁₅	Laju Infiltrasi I ₁₅		
			(ml)	(ml/jam)	(mm/jam)
0	15281	0	15281	1273	10,612
5	15281	750	14531	1211	10,091
10	15281	1460	13821	1152	9,598
15	15281	2300	12981	1082	9,015
20	15281	3270	12011	1001	8,341
25	15281	3590	11691	974	8,119
30	15281	3770	11511	959	7,994
35	15281	3840	11441	953	7,945
40	15281	3940	11341	945	7,876
45	15281	4020	11261	938	7,820
50	15281	4100	11181	932	7,765
55	15281	4180	11101	925	7,709
60	15281	4380	10901	908	7,570
65	15281	4470	10811	901	7,508
70	15281	4620	10661	888	7,403
75	15281	4690	10591	883	7,355
80	15281	4730	10551	879	7,327
85	15281	4740	10541	878	7,320
90	15281	4750	10531	878	7,313
95	15281	4850	10431	869	7,244
100	15281	4850	10431	869	7,244
105	15281	4850	10431	869	7,244
110	15281	4850	10431	869	7,244

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 3. Perhitungan laju infiltrasi sampel 3

waktu	Volume Hujan	Tampungan drain I ₁₅	Laju Infiltrasi I ₁₅		
			(ml)	(ml/jam)	(mm/jam)
0	15281	0	15281	1273	10,612
5	15281	500	14781	1232	10,265
10	15281	1300	13981	1165	9,709
15	15281	1810	13471	1123	9,355
20	15281	2380	12901	1075	8,959
25	15281	2760	12521	1043	8,695
30	15281	2880	12401	1033	8,612
35	15281	3020	12261	1022	8,515
40	15281	3260	12021	1002	8,348
45	15281	3360	11921	993	8,278
50	15281	3490	11791	983	8,188
55	15281	3700	11581	965	8,042
60	15281	3780	11501	958	7,987
65	15281	3800	11481	957	7,973
70	15281	3880	11401	950	7,917
75	15281	4010	11271	939	7,827
80	15281	4110	11171	931	7,758
85	15281	4200	11081	923	7,695
90	15281	4220	11061	922	7,681
95	15281	4220	11061	922	7,681
100	15281	4220	11061	922	7,681
105	15281	4220	11061	922	7,681

Sumber : Hasil Perhitungan

LAMPIRAN B : PERHITUNGAN INTENSITAS CURAH HUJAN

A. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

Perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata menggunakan metode rata-rata Aljabar. Sampel perhitungan tahun 2008 dengan data curah hujan maksimum harian masing-masing stasiun: Cambayya, Paku, Bulu Ramba dengan data berturut-turut,

Adapun rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata dengan metode Aljabar disajikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Rekapitulasi hujan maksimum harian rata-rata

No	Tahun	Hujan Maks Harian Rata-rata
1	2008	67
2	2009	51
3	2010	60
4	2011	54
5	2012	52
6	2013	71
7	2014	34
8	2015	92
9	2016	44
10	2017	67

Sumber : Hasil Perhitungan

B. Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi dilakukan secara bertahap, diawali dengan pengukuran dispersi, baik untuk dispersi normal maupun dispersi logaritma untuk menghitung parameter-parameter statistiknya. Parameter statistik tersebut antara lain koefisien

kemencengan (Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv), kemudian dapat disimpulkan jenis distribusi apa yang dapat digunakan. Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan analisa frekuensi akan dijabarkan dalam uraian sebagai berikut:

1. Parameter statistik

Untuk menghitung parameter statistik, dibutuhkan data hasil pengukuran dispersi yaitu nilai rata-rata dan standar deviasi yang dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2). Koefisien variasi (Cv), Koefisien kepercengan (Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan dihitung dengan menggunakan persamaan (3), (4) dan (5). Hasil perhitungan diuraikan sebagai berikut:

Tabel 2. Pengukuran dispersi

n	Tahun	Xi	Xr	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
1	2015	92,000	59,067	32,933	1084,604	35719,640	1176366,801
2	2013	71,000	59,067	11,933	142,404	1699,360	20279,026
3	2008	66,667	59,067	7,600	57,760	438,976	3336,218
4	2017	66,667	59,067	7,600	57,760	438,976	3336,218
5	2010	59,667	59,067	0,600	0,360	0,216	0,130
6	2011	53,667	59,067	-5,400	29,160	-157,464	850,306
7	2012	52,000	59,067	-7,067	49,938	-352,894	2493,782
8	2009	50,667	59,067	-8,400	70,560	-592,704	4978,714
9	2016	44,000	59,067	-15,067	227,004	-3420,200	51531,018
10	2014	34,333	59,067	-24,733	611,738	-15130,314	374223,109
Σ		590,667			2331,289	18643,591	1637395,319

Sumber: Hasil Perhitungan

Nilai rata-rata (Xr) :

$$X_r = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{590,667}{10} = 59,067 \text{ mm}$$

Standar Deviasi (S) :

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X}_r)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{2331,298}{10-1}} \\ &= 16,094 \end{aligned}$$

Koefisien Skewness (Cs) :

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{n \sum(X_i - \bar{X}_r)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \\ &= \frac{10 \times 18643,591}{9 \times 8 \times 16,094^3} \\ &= \frac{186435,911}{300166,950} \\ &= 0,621 \end{aligned}$$

Koefisien Kurtosis (Ck) :

$$\begin{aligned} C_k &= \frac{n^2 \sum(X_i - \bar{X}_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \\ &= \frac{10^2 \times 1637395,319}{9 \times 8 \times 7 \times 16,094^4} \\ &= \frac{163739531,891}{33817204,608} \\ &= 4,842 \end{aligned}$$

Koefisien Variasi (Cv) :

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{Sd}{\bar{X}_r} \\ &= \frac{16,094}{59,067} \\ &= 0,272 \end{aligned}$$

Untuk analisa frekuensi dengan Logaritma juga dilakukan perhitungan parameter statistik dengan tahap-tahap seperti diatas. Pengukuran dispersi Logaritma yaitu nilai rata-rata dan standar deviasi dihitung dengan menggunakan persamaan (6) dan (7). Koefisien kemencengan (Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv) dihitung dengan menggunakan persamaan (8), (9) dan (10). Hasil perhitungan diuraikan pada tabel 3.

Nilai rata-rata (Log Xr) :

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log Xr}} &= \frac{\sum \text{Log Xi}}{n} \\ &= \frac{17,568}{10} \\ &= 1,757\end{aligned}$$

Standar Deviasi (Sd) :

$$\begin{aligned}\text{Sd} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log Xi} - \text{Log Xr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,12797}{10-1}} \\ &= 0,119\end{aligned}$$

Koefisien Skewness (Cs) :

$$\begin{aligned}\text{Cs} &= \frac{n \sum (\text{Log Xi} - \text{Log Xr})^3}{(n-1)(n-2)\text{Sd}^3} \\ &= \frac{10 \times -0,00218}{9 \times 8 \times 0,119^3} \\ &= \frac{-0,02177}{0,122} \\ &= -0,178\end{aligned}$$

Koefisien Kurtosis (Ck) :

$$\begin{aligned}
 Ck &= \frac{n^2 \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \\
 &= \frac{10^2 \times 0,00452087}{9 \times 8 \times 7 \times 0,119^4} \\
 &= \frac{0,45209}{0,10189} \\
 &= 4,437
 \end{aligned}$$

Koefisien Variasi (Cv) :

$$\begin{aligned}
 Cv &= \frac{Sd}{\text{Log } X_r} \\
 &= \frac{0,119}{1,757} \\
 &= 0,068
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Pengukuran dispersi dengan Logaritma

n	Tahun	X_i	Log X_i	Log X_r	(Log X_i - Log X_r)	(Log X_i - Log X_r) ²	(Log X_i - Log X_r) ³	(Log X_i - Log X_r) ⁴
1	2015	92,000	1,964	1,757	0,207	0,04283591	0,00886568	0,00183492
2	2013	71,000	1,851	1,757	0,094	0,00891871	0,00084227	0,00007954
3	2008	66,667	1,824	1,757	0,067	0,00450097	0,00030197	0,00002026
4	2017	66,667	1,824	1,757	0,067	0,00450097	0,00030197	0,00002026
5	2010	59,667	1,776	1,757	0,019	0,00035768	0,00000676	0,00000013
6	2011	53,667	1,730	1,757	-0,027	0,00073521	-0,00001994	0,00000054
7	2012	52,000	1,716	1,757	-0,041	0,00166595	-0,00006800	0,00000278
8	2009	50,667	1,705	1,757	-0,052	0,00271411	-0,00014140	0,00000737
9	2016	44,000	1,643	1,757	-0,113	0,01285202	-0,00145699	0,00016517
10	2014	34,333	1,536	1,757	-0,221	0,04888674	-0,01080903	0,00238991
Σ		590,667	17,568			0,12796829	-0,00217670	0,00452087

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Menentukan jenis distribusi

Untuk menentukan jenis distribusi, acuan yang digunakan adalah standar uji parameter statistik yang dikemukakan di tabel 2. Nilai koefisien kemencengan

(Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv) masing-masing jenis distribusi dicocokkan dengan hasil perhitungan sehingga dapat ditarik kesimpulan jenis distribusi mana yang sesuai. Hasil uji parameter statistik diperlihatkan pada tabel 4.

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi metode Log Pearson tipe III.

Tabel 4. Uji parameter statistik

Jenis Distribusi / Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	0,621 4,842	Tidak Memenuhi
Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$	0,621 4,842	Tidak Memenuhi
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + \frac{15}{Cv^4} + 16Cv^2 + 3$	0,818 4,273	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Selain dari nilai-nilai diatas	$Cs = -0,178$ $Ck = 4,437$	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Analisa jenis distribusi

Berdasarkan hasil uji parameter statististik, jenis distribusi yang dapat digunakan yaitu distribusi Log Pearson III.

Metode perhitungan Log Pearson III digunakan untuk menganalisa curah hujan rencana. Untuk perhitungan dengan metode Log Pearson III dijelaskan contoh prosedur perhitungan dengan periode ulang 5 tahun, $n = 10$ tahun dengan menggunakan persamaan (11), (12) dan (13).

Nilai rata-rata (Log X_r) :

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log } X_r} &= \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} \\ &= \frac{17,568}{10} \\ &= 1,757\end{aligned}$$

Standar Deviasi (Sd) :

$$\begin{aligned}Sd &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,12797}{10-1}} \\ &= 0,119\end{aligned}$$

Koefisien Skewness (Cs) :

$$\begin{aligned}Cs &= \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \\ &= \frac{10 \times -0,12797}{9 \times 8 \times 0,0119^3} \\ &= \frac{-0,02177}{0,122} \\ &= -0,178\end{aligned}$$

Perhitungan curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan persamaan (14), dengan konstanta Log Pearson tipe III (G) yang ditentukan berdasarkan nilai koefisien kemencengan (Cs) yang disajikan pada tabel 4. Dari perhitungan didapatkan nilai $Cs = -0,178$. Perhitungan nilai konstanta G berdasarkan nilai Cs tersebut dilakukan dengan cara interpolasi. Hasil perhitungan nilai konstanta G disajikan dalam tabel 5.

Tabel 5. Tabel nilai G untuk $C_s = -0,178$

Cs	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	15	25	50	100	200
-0,10	0,017	0,846	1,270	1,419	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,178	0,030	0,849	1,261	1,403	1,688	1,957	2,194	2,408
-0,20	0,033	0,850	1,258	1,399	1,680	1,945	2,178	2,388

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut ini contoh prosedur perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang lima tahun dengan menggunakan persamaan (14).

$$\begin{aligned} \text{Log } X &= \overline{\text{Log } \bar{X}} + G \times S \\ &= 1,757 + 0,030 \times 0,119 \\ &= 1,760 \end{aligned}$$

$$X = 57,589$$

Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III untuk periode ulang 15 tahun disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan nilai X untuk setiap kala ulang (T) tahun

T	Log X _r	G	S _d	Log X _T	X _T
15	1,757	1,403	0,119	1,924	83,969

Sumber : Hasil Perhitungan

4. Analisa intensitas curah hujan

Analisa intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe karena data curah hujan yang didapatkan adalah data curah hujan harian. Rumus Mononobe ditunjukkan pada persamaan (15) dengan data curah hujan rencana periode ulang 15 tahun yang didapatkan dari perhitungan 152,581mm.

Contoh perhitungan untuk t = 5 menit dapat dilihat pada uraian berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m$$

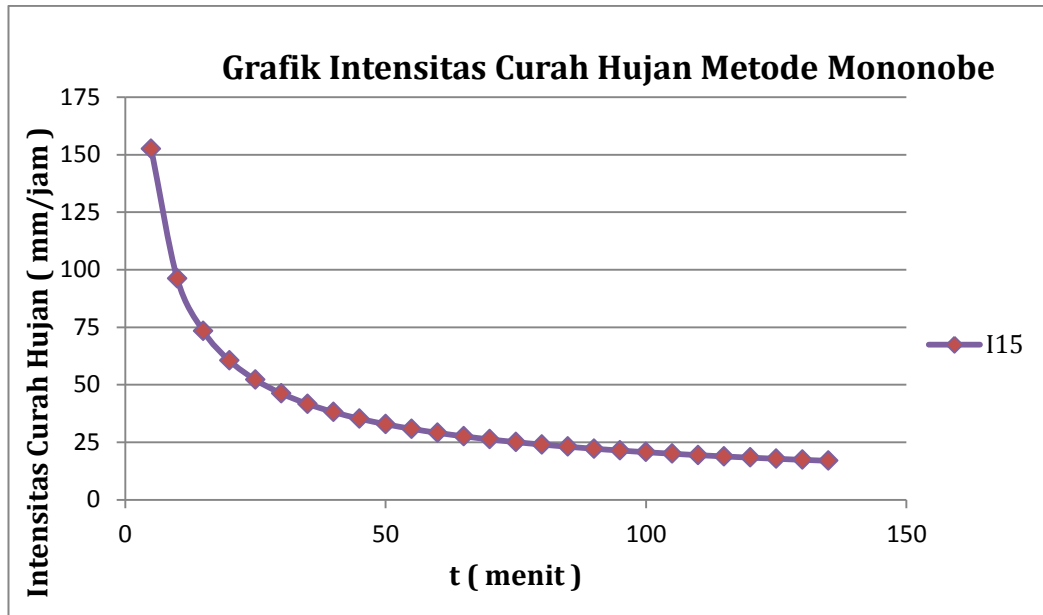
$$I_{15} = \frac{89,969}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3} = 152,581 \text{ mm/jam}$$

Untuk nilai intensitas selanjutnya dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe

No	Waktu (Menit)	I ₁₅ (mm/jam)
1	5	152,581
2	10	96,120
3	15	73,353
4	20	60,552
5	25	52,182
6	30	46,210
7	35	41,697
8	40	38,145
9	45	35,265
10	50	32,873
11	55	30,849
12	60	29,110
13	65	27,598
14	70	26,267
15	75	25,086
16	80	24,030
17	85	23,078
18	90	22,215
19	95	21,429
20	100	20,708
21	105	20,046
22	110	19,434
23	115	18,866
24	120	18,338
25	125	17,846
26	130	17,385
27	135	16,953

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 1. Grafik intensitas curah hujan metode mononobe

Tabel 8. Standar Intensitas Curah hujan pada *Rainfall Simulator*

Rain Condition	Rain Fall Rate	Flow Rates
Extreme	More than : 14 mm/min 840 mm/hour 33,1 inchi/hour	More than : 16,8 L/min
High	8 mm/min - 14 mm/min 480 mm/hour - 840 mm/hour 18,9 inchi/hour – 33,1 inchi/hour	9,6 L/min - 16,8 L/min
Medium	1,7 mm/min – 8 mm/min 102 mm/hour – 480 mm/hour 4,0 inchi/hour – 18,9 inchi/hour	2,04 L/min - 9,6 L/min
Low	1,07 mm/min – 1,7 mm/min 64,2 mm/hour – 102 mm/hour 2,5 inchi/hour – 4,0 inchi/hour	1,28 L/min - 2,04 L/min
Very Low	0 mm/min – 1,07 mm/min 0 mm/hour – 64,2 mm/hour 0 inchi/hour – 2,5 inchi/hour	0 L/min - 1,28 L/min

DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengujian Sand Cone Lapangan



Pemeriksaan Kadar Air



Pengujian Analisa Saringa



Pemeriksaan Berat Jenis



Pengujian Permeabilitas



Pengujian Manometer



Pemeriksaan Batas Plastis



Pemeriksaan Batas Cair



Pengujian Kompaksi



Sampel Tanah



Alat *Rainfall Simulator*



Formasi Drain Dalam Bak



Pembersihan Alat Simulasi Hujan



Pengisian Sampel Pada Bak Uji



Proses *Running Test*



Pengamatan Infiltrasi



Pengamatan Data Manometer



Pengamatan Data Limpasan



Pengamatan Tinggi Genangan



Pengimputan Data



Pengambilan sampel Angka pori



Pengujian Sandcone



Pengujian Kerapatan Relatif



Pembongkaran Sampel