

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH FREKUENSI HUJAN TERHADAP
LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI
PADA JENIS TANAH *COMMON SOIL* (Studi
Uji Laboratorium Dengan *Rainfall Simulator*)**



Oleh :

**NASRUDDIN
105 81 1699 12**

**ASO
105 81 1700 12**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2018**

**ANALISIS PENGARUH FREKUENSI HUJAN TERHADAP
LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI
PADA JENIS TANAH *COMMON SOIL* (Studi
Uji Laboratorium Dengan *Rainfall Simulator*)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar*

Disusun Dan Diajukan Oleh :

**NASRUDDIN
105 81 1699 12**

**ASO
105 81 1700 12**

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

2018



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 FREKUENSI HUJAN TERHADAP LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI PADA JENIS TANAH COMMON SOIL (Studi Uji Laboratorium Dengan Rainfaal Simulator)**

Nama : NASRUDDIN
ASO

Stambuk : 105 81 1699 12
105 81 1700 12

Makassar, 29 Januari 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, MT.

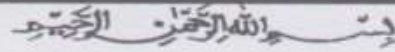
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Muh. Syafaat S. Kuba, ST

NBM : 975 288



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Nasruddin dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1699 12 dan Aso dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1700 12, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 002/SK-Y/22201/091004/2018, 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 27 Januari 2018

Panitia Ujian :

Makassar, 13 Jumadil Awal 1439 H
29 Januari 2018 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Prof.Dr.Ir.H.Lawalenna Sammang, M.Sc., M.Eng:

b. Sekretaris : Andi Makbul Syamsuri, ST., MT

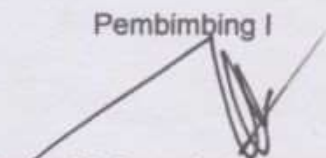
3. Anggota : 1. Ir. H. Maruddin Laining, MS

2. Dr. Ir. Hj. Sukmasari A, M.Si

3. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT

Mengetahui :

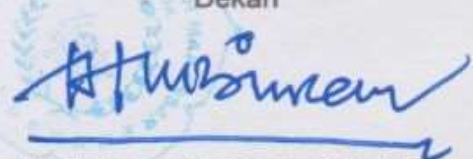
Pembimbing I


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

Pembimbing II


Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, MT.

Dekan


Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

**ANALISIS PENGARUH FREKUENSI HUJAN TERHADAP
LAJU INFILTRASI DAN KAPASITAS INFILTRASI
PADA JENIS TANAH COMMON SOIL (Studi
Uji Laboratorium Dengan *Rainfall Simulator*)
Nasruddin¹⁾ dan Aso²⁾**

¹⁾Program Studi Teknik Pengairan Unismuh Makassar, nasruddinsmart1994@gmail.com

²⁾Program Studi Teknik Pengairan Unismuh Makassar, Asobinbaharuddin01@gmail.com

Abstrak

*Analisis Pengaruh Frekuensi Hujan Terhadap Laju Infiltrasi dan Kapasitas Infiltrasi Pada Jenis Tanah Common soil (Studi Uji Laboratorium Dengan *Rainfall Simulator*)* dibimbing oleh Darwis Panguriseng dan Abd.Rakhim Nanda. Bahwa infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Proses ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi maupun dalam proses pengalihan hujan menjadi aliran air dalam tanah sebelum mencapai sungai. Infiltrasi (laju dan kapasitas infiltrasi) sangat di pengaruhi oleh berbagai variabel, diantaranya meliputi: jenis tanah, kemiringan lereng, kepadatan dan jenis vegetasi, kadar air tanah, dan intensitas curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi hujan terhadap laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada jenis tanah common soil. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratorium, dengan menggunakan alat rainfall simulator. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis tanah common soil. Selanjutnya diberikan hujan buatan dengan intensitas I₅, I₁₅, dan I₂₅ dan dilakukan pembacaan laju infiltrasi pada drain rainfall simulator. Laju dan kapasitas infiltrasi pada tanah common soil meningkat berbanding lurus dengan meningkatnya intensitas curah hujan, semakin tinggi intensitas curah hujan semakin tinggi pula infiltrasi yang terjadi pada tingkat frekuensi hujan yang sama. Laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada tanah common soil menurun berbanding lurus dengan bertambahnya frekuensi hujan, semakin banyak frekuensi hujan semakin kecil infiltrasi yang terjadi pada tingkat intensitas hujan yang sama.
Kata kunci : Laju Infiltrasi, Kapasitas, Metode Horton.

Abstract

*Analyzing the Influence of Rain Frequency Infiltration Rate and Infiltration Capacity in Common Soil Type (Laboratory Testing Study With *Rainfall Simulator*)* was prepared by Darwis Panguriseng and Abd.Rakhim Nanda. That infiltration is the flow of water into the ground through the soil surface. This process is a very important part in the hydrological cycle and in the process of transferring rain into the flow of water in the soil before reaching the river. Infiltration (infiltration rate and capacity) is influenced by various variables, including: soil type, slope inclination, density and type of vegetation, soil moisture content, and rainfall intensity. This study aims to determine the effect of rainfall frequency on the infiltration rate and infiltration capacity on common soil types. This research is a type of laboratory experimental research, using rainfall simulator tool. The soil used in this study is common soil type. Furthermore, artificial rain was provided with intensity I₅, I₁₅, and I₂₅ and performed infiltration rate reading on the Drain Rainfall Simulator. The rate and capacity of infiltration in common soils increases proportional to the increased intensity of rainfall, the higher the intensity of rainfall the higher the infiltration occurring at the same level of rain frequency. The rate and capacity of infiltration in common soils decreases proportional to the increasing frequency of rain, the more the frequency of rain the smaller the infiltration occurring at the same level of rainfall intensity.

Keywords: Infiltration Rate, Capacity, Horton Method

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian studi pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: **“Analisis Pengaruh Frekuensi Hujan Terhadap Laju Infiltrasi Dan Kapasitas Infiltrasi Pada Jenis Tanah *Common Soil* (Studi Uji Labolatorium Dengan *Rainfall Simulator*)”**.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan dan kerjasama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Pencapaian tugas akhir ini tidak terlepas dari jasa-jasa orang tua penulis. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis persembahkan untuk Ayah dan Ibu tercinta atas doa dan mencurahkan segenap kasih sayang yang tak terbatas serta segala bentuk motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan sampai di tingkat perguruan tinggi. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis ucapkan kepada saudaraku.

Terima kasih atas dukungan, motivasi dan kesabaran dalam menghadapi penulis, serta untuk seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan dukungan dan doa.

Pada kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

Bapak Dr. H. Abdul Rahman Rahim, S.E., MM. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar Bapak Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, S.T. selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi Strata Satu (S1) di kampus ini, Universitas Muhammadiyah Makassar.

Kepada Bapak Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng. M.Sc selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, M.T. selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.

Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, MT, selaku Kepala Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Unismuh Makassar dan Bapak Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, M.T. selaku Penanggung Jawab Laboratorium Hidrologi Unismuh Makassar yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti di Laboratorium Hidrologi dan Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Unismuh Makassar.

Kepada Kak Asriany, 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 memberikan banyak bantuan dalam proses penelitian.

Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.

Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus saudaraku angkatan 2012 dan sahabat yang kesemuanya tak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini, terutama yang senantiasa memberikan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih.

Selain itu, penulis juga mengucapkan permohonan maaf yang sedalam-dalamnya jika penulis telah banyak melakukan kesalahan dan kekhilafan, baik dalam bentuk ucapan maupun tingkah laku, semenjak penulis menginjakkan kaki pertama kali di Universitas Muhammadiyah Makassar hingga selesainya studi penulis. Semua itu adalah murni dari penulis sebagai manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan dan kekhilafan. Adapun mengenai kebaikan-kebaikan penulis, itu semata-mata datangnya dari Allah SWT, karena segala kesempurnaan hanyalah milik-Nya.

Akhirnya, penulis berharap bahwa apa yang disajikan dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Semoga kesemuanya ini dapat bernilai ibadah di sisi-Nya, Amin!

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 29 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xiviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Siklus Hidrologi.....	6
B. Infiltrasi.....	18
C. Sistem Klasifikasi Tanah	31
D. Kerangka Fikir Penelitian.....	35

E. Review Penelitian Sebelumnya	36
BAB III METODE PENELITIAN	39
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	39
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	39
C. Alat dan Bahan Penelitian	40
D. Teknik Analisa Data	45
E. Variabel Penelitian.....	47
F. Prosedur Penelitian	48
G. Bagan Alur Penelitian.....	53
H. Definisi Operasional	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
A. Klasifikasi Tanah.....	56
B. Karakteristik Intensitas Curah Hujan Wilayah.....	59
C. Tingkat Infiltrasi Tanah dengan Variasi Intensitas Curah Hujan dan Variasi Frekuensi Hujan	60
D. Perbandingan Tingkat Infiltrasi Tanah dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Antara Hasil Perhitungan dengan Metode Horton.....	67
E. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan.....	112
F. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan.....	114
G. Perbandingan Waktu Konstan Dan Waktu Ending Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan.....	116

BAB V PENUTUP	118
A. Kesimpulan	118
B. Saran	118

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

DOKUMENTASI

DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
Tabel 1.	Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah Hujan	10
Tabel 2.	Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi	15
Tabel 3.	Nilai G Distribusi Log Pearson Tipe III Berdasarkan Nilai Koefisien Kepencengan (Cs).....	16
Tabel 4.	Standar Intensitas Curah Hujan Pada <i>Rainfall Simulator</i>	29
Tabel 5.	Sistem Klasifikasi AASHTO.....	33
Tabel 6.	Pengujian Analisa Saringan.....	56
Tabel 7.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah	58
Tabel 8.	Hasil Penyesuaian Intensitas Curah Hujan Dan Flowmeter.....	60
Tabel 9.	Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_5	61
Tabel 10.	Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_{15}	63
Tabel 11.	Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_{25}	64
Tabel 12.	Perhitungan Parameter Infiltrasi Untuk $I_5 F_1$	67
Tabel 13.	Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_5 F_1$	69
Tabel 14.	Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_5 F_2$	71
Tabel 15.	Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_5 F_2$	72
Tabel 16.	Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_5 F_3$	74
Tabel 17.	Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_5 F_3$	75

Tabel 18. Perhitungan Parameter infiltrasi $I_5 F_4$	77
Tabel 19. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_5 F_4$	79
Tabel 20. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_5 F_5$	80
Tabel 21. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_5 F_5$	82
Tabel 22. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{15} F_1$	83
Tabel 23. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{15} F_1$	85
Tabel 24. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{15} F_2$	87
Tabel 25. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{15} F_2$	88
Tabel 26. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{15} F_3$	90
Tabel 27. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{15} F_3$	91
Tabel 28. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{15} F_4$	93
Tabel 29. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{15} F_4$	94
Tabel 30. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{15} F_5$	96
Tabel 31. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{15} F_5$	97
Tabel 32. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{25} F_1$	99
Tabel 33. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{25} F_1$	100
Tabel 34. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{25} F_2$	102
Tabel 35. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{25} F_2$	103
Tabel 36. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{25} F_3$	105
Tabel 37. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{25} F_3$	106
Tabel 38. Perhitungan Parameter infiltrasi $I_{25} F_4$	107
Tabel 39. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{25} F_4$	108
Tabel 40. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_{25} F_5$	110

Tabel 41. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{25} F_5$	111
Tabel 42. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan.....	112
Tabel 43. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Variasi Antara Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan.....	113
Tabel 44. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan.....	114
Tabel 45. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan.....	115
Tabel 46. Perbandingan Waktu Konstan Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan	116
Tabel 47. Perbandingan Waktu Infiltrasi Ending Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan.....	117

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
Gambar 1.	Siklus Hidrologi	6
Gambar 2.	Elemen Siklus Hidrologi.....	7
Gambar 3.	Genangan Pada Permukaan Tanah	21
Gambar 4.	Hasil Percobaan <i>Rainfall Simulator</i>	27
Gambar 5.	Alat Simulasi Hujan (<i>Rainfall Simulator</i>)	28
Gambar 6.	Batas Batas Atterbeg Untuk Sub Kelompok A-4, A-5,A-6, dan A-7	34
Gambar 7.	Kerangka Fikir Penelitian	35
Gambar 8.	Tampak Depan Alat <i>Rainfall Simulator</i>	41
Gambar 9.	Tampak Samping Kiri Alat <i>Rainfall Simulator</i>	43
Gambar 10.	Media Uji Tangkapan Air Hujan	44
Gambar 11.	Prinsip Pengamatan Pada Percobaan <i>Rainfall Simulator</i>	45
Gambar 12.	Media Uji Tangkapan Air Hujan	48
Gambar 13.	Bagan dan Alur Penelitian	53
Gambar 14.	Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_5	62
Gambar 15.	Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_{15}	64
Gambar 16.	Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_{25}	66
Gambar 17.	Kurva Hubungan antara waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$	68

Gambar 18. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan Dan Metode Horton I5 Frekuensi Hujan Pertama	70
Gambar 19. Kurva Hubungan antara waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$	72
Gambar 20. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I5 F2.....	73
Gambar 21. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$...	75
Gambar 22. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I5 F3.....	76
Gambar 23. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$...	78
Gambar 24. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I5 F4.....	79
Gambar 25. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$...	81
Gambar 26. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan Dan Metode Horton I5 F5.....	82
Gambar 27. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$...	84
Gambar 28. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan Dan Metode Horton I15 F1.....	86
Gambar 29. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$...	87
Gambar 30. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I15 F2.....	89
Gambar 31. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$...	90
Gambar 32. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I15 F3.....	92
Gambar 33. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$...	93
Gambar 34. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I15 F4.....	95

Gambar 35. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)] \dots$	96
Gambar 36. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{15} F_5 \dots$	98
Gambar 37. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)] \dots$	99
Gambar 38. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{25} F_1 \dots$	101
Gambar 39. Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)] \dots$	102
Gambar 40. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{25} F_2 \dots$	104
Gambar 41. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)] \dots$	105
Gambar 42. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{25} F_3 \dots$	106
Gambar 43. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)] \dots$	108
Gambar 44. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{25} F_4 \dots$	109
Gambar 45. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)] \dots$	110
Gambar 46. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{25} F_5 \dots$	111
Gambar 47. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan \dots	112
Gambar 48. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan \dots	113
Gambar 49. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan \dots	114
Gambar 50. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan \dots	115

Gambar 51. Perbandingan Waktu Infiltrasi Konstan Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan.....	116
Gambar 52. Perbandingan Waktu Infiltrasi Ending Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan.....	117

DAFTAR NOTASI

- A = luas alat *rainfall simulator* cm^2
- C_k = koefisien kurtosis
- C_s = koefisien asimetri/*skewness* (C_s)
- C_v = koefisien variasi
- d_1 = kepadatan pertama
- d_2 = kepadatan kedua
- d_3 = kepadatan ketiga
- D_r = kerapatan relatif
- e = eksponensial 2,71828
- F = frekuensi curah hujan
- f = infiltrasi (mm/jam)
- f_0 = laju infiltrasi pada saat awal (mm/jam)
- F_1 = frekuensi curah hujan pertama
- F_2 = frekuensi curah hujan kedua
- F_3 = frekuensi curah hujan ketiga
- F_4 = frekuensi curah hujan keempat
- F_5 = frekuensi curah hujan kelima
- f_c = laju infiltrasi konstan, yang tergantung pada tipe tanah (mm/jam)
- f_t = laju infiltrasi pada saat t (mm/jam)

G = konstanta Log Person III berdasarkan koefisien kepencenangan besarnya yang telah di sajikan

h = tinggi sampel direncanakan (cm)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

I_{15} = intensitas curah hujan maksimum dalam 15 tahun (mm/jam)

I_{25} = intensitas curah hujan maksimum dalam 25 tahun (mm/jam)

I_5 = intensitas curah hujan maksimum dalam 5 tahun (mm/jam)

k = konstanta yang menunjukkan laju penguapan laju infiltrasi

LL = batas cair

Log X = logaritma curah hujan rancangan pada periode tertentu

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

Log Xi = logaritma curah hujan tahun ke i

m = gradien garis dari regresi linear grafik hubungan waktu dengan $-\ln \left\{ \frac{(f_t - f_c)}{(f_o - f_c)} \right\}$

n = jumlah Data

PI = indeks plastis

PL = batas plastis

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

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

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

R_t = curah hujan rancangan

S = standar deviasi

S_x = simpangan baku

t = waktu (jam)

t_c = waktu infiltrasi konstan (jam)

t_e = waktu infiltrasi ending (jam)

V = volume infiltrasi (ml)

X = curah hujan rancangan pada periode tertentu (mm).

\bar{X} = curah hujan harian maksimum rata-rata (mm).

$\gamma_d \text{ Lab}$ = berat isi kering tanah laboratorium (g/cm^3)

$\gamma_d \text{ Lap}$ = berat isi kering tanah lapangan (g/cm^3)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi makhluk hidup. Untuk menjamin keberlangsungan kehidupan di bumi, makhluk hidup baik manusia, hewan dan tumbuhan mutlak membutuhkan air sebagai kebutuhan primernya. Tanpa air, mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik tidak akan pernah ada, demikian pula tidak akan pernah ada siklus materi dan energi, dengan demikian tanpa air tidak akan pernah ada kompleksitas ekosistem. Sehingga dapat dipastikan bahwa jika tidak ada air, maka kehidupan diatas permukaan bumi ini akan terancam kepunahan.

Air di bumi yang 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 dunia berwujud cair yang berada di lautan, sedangkan jumlah dan prosentase dapat berubah secara dinamis seiring berjalannya waktu dengan adanya siklus pergerakan air yang disebut siklus hidrologi. Siklus hidrologi merupakan proses alam yang terjadi secara alami akibat adanya proses-proses alam yang menyertainya. Dengan adanya faktor energi panas matahari, dan faktor-faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya proses evapotranspirasi ke atmosfer. Hasil evapotranspirasi yang berupa uap air akan

terbawa oleh angin melintasi daratan, dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan, sebagian uap air tersebut akan terkondensasi dan turun sebagai air hujan. Sebelum mencapai permukaan tanah, air hujan akan tertahan oleh vegetasi (intersepsi), sementara air hujan yang mampu mencapai permukaan tanah sebagian akan teresapkan ke dalam tanah (infiltrasi) hingga mencapai tingkat kapasitas lapang, dan sisanya akan melimpas melalui permukaan tanah (limpasan permukaan) menuju ke alur-alur sungai untuk kembali ke laut (Asdak, 2010).

Banyak air yang teresap oleh tanah sangat di tentukan oleh kecepatan infiltrasi, intensitas dan lamanya hujan serta kedalam lapisan tanah yang mampu menyimpan air. Kecepatan infiltrasi sangat di pengaruhi oleh kondisi kejenuhan air yang ada sebelum terjadi hujan dan permeabilitas profil tanah di atas permukaan air tanah (*ground water level*). Bila tanah sudah jenuh air sebelum terjadinya hujan maka kecepatan infiltrasi sangat lambat dan mendekati nol sehingga sebagian besar hujan akan mengalir menjadi limpasan (*surface runoff*). Kecepatan infiltrasi tanah, kelembapan tanah, intensitas curah hujan, banyaknya curah hujan dan lamanya hujan biasanya menjadi faktor penentu yang sangat penting dalam menentukan kapasitas infiltrasi dan volume air limpasan.

Bambang Triatmodjo, (2010) menyatakan bahwa infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Proses ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi maupun dalam proses pengalihan

hujan menjadi aliran air dalam tanah sebelum mencapai sungai. Infiltrasi (laju dan kapasitas infiltrasi) sangat di pengaruhi oleh berbagai variabel, diantaranya meliputi: jenis tanah, kemiringan lereng, kepadatan dan jenis vegetasi, kadar air tanah, dan intensitas curah hujan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka kami akan melakukan suatu penelitian mengenai pengaruh frekuensi hujan terhadap laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada tanah *common soil* yang diuji menggunakan alat simulasi hujan (*Rainfall Simulator*). Dan selanjutnya kami tuangkan dalam sebuah karya tulis sebagai tugas akhir dengan judul **“Analisis Pengaruh Frekuensi Hujan Terhadap Laju Infiltrasi Dan Kapasitas Infiltrasi Pada Jenis Tanah *Common Soil* (Studi Uji Laboratorium Dengan *Rainfall Simulator*)”**.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh frekuensi hujan terhadap laju infiltrasi.
2. Bagaimana pengaruh frekuensi hujan terhadap kapasitas infiltrasi.

C. Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui pengaruh frekuensi hujan terhadap laju infiltrasi
2. Mengetahui pengaruh frekuensi hujan terhadap kapasitas infiltrasi

D. Manfaat Penelitian

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

1. Sebagai informasi bagaimana pengaruh frekuensi ulangan hujan terhadap laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada jenis tanah *common soil* yang intensitasnya sama, dan intentitas bervariasi.
2. Untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan, karena penelitian tentang pengaruh Frekuensi Hujan terhadap Laju Infiltrasi dan Kapasitas Infiltrasi pada jenis tanah *common soil* (studi uji laboratorium dengan *rainfall simulator*) masih sangat minim dilakukan khususnya di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar,
3. Adapun manfaat dari kajian ini adalah 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 ke sungai, namun air hujan tersebut sebagian dikendalikan agar meresap ke dalam tanah sebagai imbuhan air tanah.

E. Batasan Masalah

Sehubungan dengan keterbatasan peneliti baik terhadap waktu maupun biaya peneliti, maka peneliti perlu menentukan batasan penelitian.

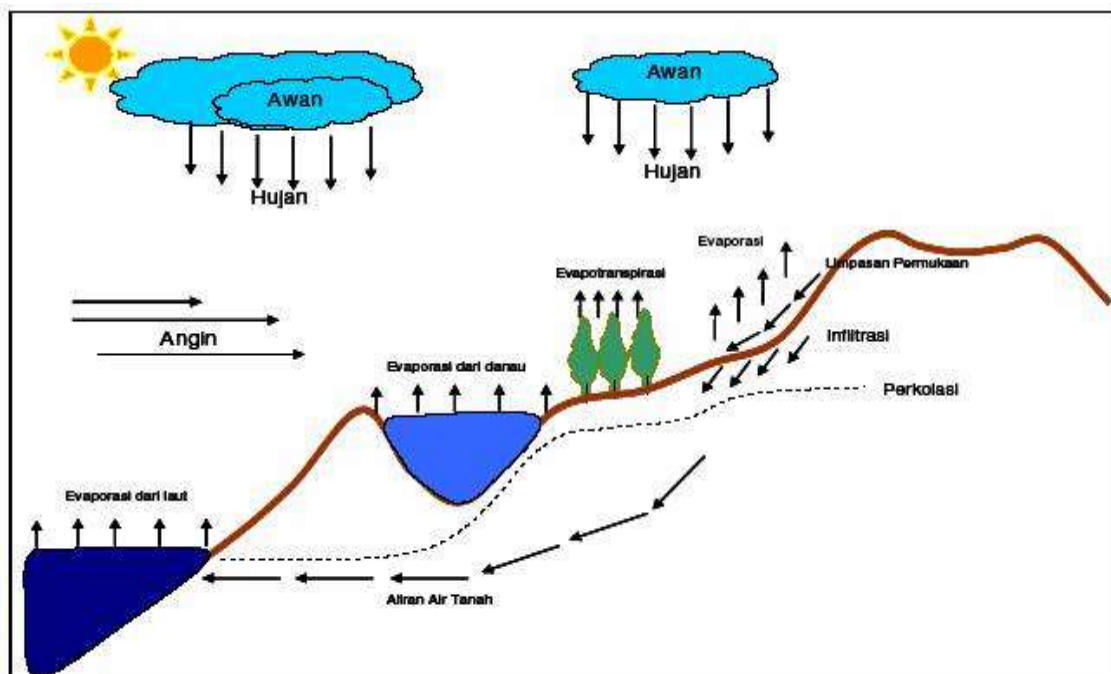
1. Intensitas curah hujan yang diamati bersumber dari hujan buatan dari alat *rainfall simulator*.
2. Media infiltrasi (tanah) hanya menggunakan satu jenis tanah yaitu tanah campuran atau tanah umum (*common soil*)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Siklus Hidrologi

Bambang Triatmodjo, (2010) menyatakan bahwa siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi 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.



Sumber: Bambang Triatmodjo, 2006

Gambar 1. Siklus Hidrologi

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 Septian Ivandri P, 2014

Gambar 2. Elemen Siklus Hidrologi

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

1. Presipitasi adalah 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

2. Intersepsi, adalah proses penangkapan air oleh vegetasi, yang kemudian bertranspirasi dan/atau mencapai permukaan tanah dengan menetes atau sebagai aliran batang (melalui batang pohon).
3. Evaporasi, adalah proses penguapan air dari daratan, lautan, sungai, dan danau ke udara.
4. Transpirasi, adalah proses menguapnya air dari vegetasi ke udara.
5. Evapotranspirasi, adalah proses gabungan dari evaporasi dan transpirasi.
6. Infiltrasi adalah proses masuknya air ke dalam tanah pada zona tidak jenuh.
7. Perkolasi, adalah proses masuknya air dari zona tidak jenuh ke zona jenuh.
8. Detensi permukaan, adalah Suatu selaput air yang tipis pada permukaan tanah setelah bagian presipitasi yang pertama membasahi permukaan tanah dan berinfiltrasi.
9. Limpasan permukaan, adalah aliran yang terjadi saat presipitasi lebih besar dari pada infiltrasi.
10. Cadangan depresi, adalah aliran yang disimpan dalam mangkok depresi permukaan yang di peroleh dari limpasan permukaan.

2. Peranan Air Tanah Dalam Siklus Hidrologi

Menurut Gelhar, (1972) dalam Seyhan, (1990) bahwa 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 ke daerah 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.

Selanjutnya menurut Gelhar, (1972) dalam Seyhan, (1990) bahwa lebih dari 98% dari semua air tawar (diduga sedikit lebih dari pada $7 \times 10^6 \text{ km}^3$) diatas muka bumi tersembunyi di bawah permukaan dalam pori-pori batuan dan bahanbahan 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 dan digambarkan sebagai air yang terdapat pada bahan yang jenuh di bawah muka air tanah. Dua persen sisanya adalah lengas tanah pada mintakat tidak jenuh di atas muka 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.

3. Karakteristik Intensitas Curah Hujan Wilayah

Menurut Sosrodarsono dan Takeda, (2006) 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 1 (Suripin, 2004).

Tabel 1. Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah Hujan

Derajat 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 ditumpahkan, 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 merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan. Metode ini Berdasarkan asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Curah hujan didapatkan dengan mengambil rata-rata hitung (*arithmetic mean*) dari penakaran pada penakar hujan areal tersebut. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi kawasan rata atau datar, alat penakar hujan tersebar merata atau hampir merata, data individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya.

Persamaan Aljabar menurut Sri Harto Br (1993) , yaitu:

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

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).

4. 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 (Soewarno 1995) :

1) Nilai rerata \bar{x} , yaitu:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

2) Standar deviasi (S), yaitu:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right)} \quad (3)$$

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) , yaitu:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \quad (4)$$

Dengan:

Cv = Koefisien variasi

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

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (5)$$

Dengan:

C_s = koefisien asimetri/*skewness* (C_s)

5) Koefisien kurtosis (C_k) , yaitu:

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2) \cdot S^4} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (6)$$

Dengan:

C_k = koefisien kurtosis

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

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

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Log } x_i \quad (7)$$

2) Standar deviasi (Sd) , yaitu:

$$Sd = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1} \right)} \quad (8)$$

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), yaitu:

$$C_v = \frac{S}{\overline{\text{Log } X}} \quad (9)$$

Dengan:

C_v = Koefisien variasi

4) Koefisien asimetri/*skewness* (C_s), yaitu:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3 \quad (10)$$

Dengan:

C_s = koefisien asimetri/*skewness* (C_s)

5) Koefisien kurtosis (C_k), yaitu:

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^4 \quad (11)$$

Dengan:

C_k = koefisien kurtosis

Menurut Arifin, MS (2010), bahwa curah hujan ialah jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah selama periode tertentu bila tidak terjadi penghilangan oleh proses evaporasi, pengaliran dan peresapan, yang diukur dalam satuan tinggi. Curah hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Untuk mendapatkan curah hujan rancangan (R_t) dilakukan melalui analisa frekuensi, antara lain metode distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson tipe III.

Tabel 2. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

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

Sumber : Bambang Triatmodjo (2010)

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Log Pearson tipe III, berikut langkah-langkah perhitungan curah hujan dengan metode Log Pearson tipe III (Soemarto C.D.,1995) :

a. Nilai Rata-rata :

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i)}{n} \quad (12)$$

b. Standar Deviasi :

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1} \quad (13)$$

c. Koefisien Kepencengan :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X}^3}{(n-1)(n-2)(S_x)^3} \quad (14)$$

d. Curah Hujan Rencana :

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + G \cdot Sx \quad (15)$$

X = Anti Log X

Dimana:

$\text{Log} X$ = Logaritma curah hujan yang di cari

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

$\text{Log} Xi$ = Logaritma curah hujan tahun ke i

G = Konstanta Log Person III berdasarkan koefisien kepencengan besarya yang telah di sajikan

Sx = Simpangan Baku

n = Jumlah Data

Tabel 3. Nilai G Distribusi Log Pearson Tipe III Berdasarkan Nilai Koefisien Kepencengan (Cs)

Koef.Kemencengan (CS)	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
3,0	- 0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	- 0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	- 0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	- 0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	- 0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	- 0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	- 0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	- 0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	- 0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	- 0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	- 0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	- 0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	- 0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	- 0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	- 0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
0,3	- 0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	- 0,033	0,830	1,391	1,818	2,159	2,472	2,763	3,330
0,1	- 0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
- 0.1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
- 0.2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
- 0.3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
- 0.4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
- 0.5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
- 0.6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
- 0.7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
- 0.8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
- 0.9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
- 1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
- 1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
- 1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
- 1,6	0,254	0,817	0,995	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
- 1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
- 2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
- 2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,9000	0,905	0,907	0,910
- 2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
- 3,0	0,396	0,636	0,666	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : Hadisusanto, 2011

5. Intensitas Curah Hujan

Menurut Bambang Triatmodjo, (2008) bahwa intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/bulan dan sebagainya, yang kemudian disebut hujan jam-jaman, hujan harian, hujan mingguan, hujan bulanan dan sebagainya. 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 frekwuensi kejadiannya.

Dalam penelitian ini digunakan rumus Mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan. Rumus intensitas curah hujan sebagai berikut (Suripin, 2004) :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m \quad (16)$$

Dimana :

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (menit), atau untuk 4 dalam (jam) a,b,n,m: tetapan

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

B. Infiltrasi

1. Pengertian Infiltrasi

Menurut Schwab, (1981) dalam Januar Riza M, (1998), bahwa infiltrasi adalah proses masuk atau merembesnya air ke dalam tanah melalui sebagian atau seluruh permukaan tanah. Infiltrasi merupakan proses awal dari proses perkolasi dan menyediakan air utama bagi perkolasi hingga kapasitas infiltrasi tidak dapat melebihi kapasitas perkolasi.

Proses infiltrasi dipengaruhi oleh gaya hisapan matriks tanah dan gaya gravitasi. Gaya hisapan matriks merupakan gaya pertama yang bekerja pada tanah kering yang digenangi. Gaya tersebut mengakibatkan laju aliran air ke arah lateral sarna besarnya dengan laju aliran air ke arah vertikal. Gaya

gravitasi merupakan gaya yang bekerja pada tanah-tanah yang mendekati jenuh (Hillel, 1980 dalam Januar Riza M, 1998).

2. Pengertian Laju Infiltrasi dan Kapasitas Infiltrasi

Dalam kaitan ini terdapat dua pengertian tentang infiltrasi, yaitu kapasitas infiltrasi, dan laju infiltrasi.

Bambang Triatmodjo, (2010) menyatakan bahwa laju infiltrasi adalah kecepatan air yang masuk melalui permukaan tanah per satuan waktu, dinyatakan dalam mm per ja m atau cm per jam. Setiap jenis tanah mempunyai karakteristik laju infiltrasi yang berbeda, yang bervariasi dari yang sangat tinggi sampai yang sangat rendah. Jenis tanah berpasir umumnya cenderung mempunyai laju infiltrasi yang tinggi, akan tetapi tanah liat sebaliknya, cenderung mempunyai laju infiltrasi yang rendah. Hal ini disebabkan karena perbedaan angka pori dalam jenis tanah tersebut. Untuk satu jenis tanah yang sama dengan kepadatan yang berbeda mempunyai laju infiltrasi yang berbeda pula. Makin padat suatu kondisi tanah, maka makin kecil pula laju infiltrasinya, begitu juga sebaliknya, makin renggang suatu kondisi butir-butir tanah, maka laju infiltrasinya akan semakin besar pula.

Kapasitas infiltrasi yaitu kemampuan tanah dalam merembeskan banyaknya air ke dalam tanah. Semakin besar aliran kapasitas infiltrasi, maka aliran permukaan akan makin kecil. Dengan demikian maka infiltrasi air yang semaksimal mungkin ke dalam tanah akan dapat mengendalikan erosi (Sutedjo

dan Kartasapoetra, 2002). Bambang Triatmodjo, (2010) menyatakan bahwa kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu, Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembaban tanah. Sebaliknya apabila intensitas hujan lebih kecil dari pada kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi sama dengan laju curah hujan.

3. Proses Terjadinya Infiltrasi

Sifat bagian lapisan suatu profil tanah juga menentukan kecepatan masuknya air ke dalam tanah. Ketika air hujan jatuh di atas permukaan tanah, maka proses infiltrasi tergantung pada kondisi biofisik permukaan tanah, sebagian atau seluruh air hujan tersebut akan mengalir masuk ke dalam tanah melalui pori-pori permukaan tanah. Proses mengalirnya air hujan ke dalam tanah disebabkan oleh tarikan gaya gravitasi dan gaya kapiler tanah. Oleh karena itu, infiltrasi juga biasanya disebut sebagai aliran air yang masuk ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler dan gravitasi. Laju air infiltrasi yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dibatasi oleh besarnya diameter pori-pori tanah. Tanah dengan pori-pori jenuh air mempunyai kapasitas lebih kecil dibandingkan dengan tanah dalam keadaan kering (Asdak C, 2002).

Proses infiltrasi melibatkan tiga proses yang tidak saling mempengaruhi (Asdak C, 2002) :

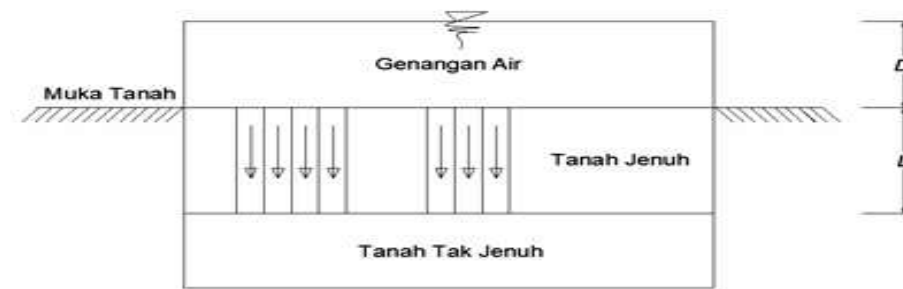
a) Proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah

- b) Tertampungnya air hujan tersebut di dalam tanah
- c) Proses mengalirnya air tersebut ketempat lain (bawah, samping, dan atas).

4. Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi

Bambang Triatmodjo, (2010) menyatakan bahwa infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ke dalam genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat fisik tanah.

- a) Kedalaman Genangan Dan Tebal Lapis Jenuh



Sumber Bambang Triatmodjo, 2010

Gambar 3. Genangan Pada Permukaan Tanah

Seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3, air yang tergenang di atas permukaan air tanah terinfiltrasi dalam tanah, yang menyebabkan suatu lapisan jenuh air terhadap (L), dapat dianggap bahwa air mengalir ke bawah melalui sejumlah tabung kecil. Aliran melalui lapisan tersebut serupa dengan aliran melalui pipa. Kedalaman genangan di atas permukaan tanah (D) memberikan tinggi tekanan pada ujung atas tabung, sehingga tinggi tekanan total yang menyebabkan aliran adalah ($D+L$).

Tahanan terhadap aliran yang diberikan oleh tanah adalah sebanding dengan tebal lapis jenuh air (L). Pada awal hujan, dimana (L) adalah kecil dibanding (D), tinggi tekanan adalah besar dibanding tahanan terhadap aliran, sehingga air masuk ke dalam tanah dengan cepat. Sejalan dengan waktu, (L) bertambah panjang sampai melebihi (D), sehingga tahanan terhadap aliran semakin besar. Pada kondisi tersebut kecepatan infiltrasi berkurang. Apabila (L) sangat lebih besar daripada (D), perubahan (L) mempunyai pengaruh yang hampir sama dengan gaya tekanan dan hambatan, sehingga laju infiltrasi hampir konstan.

b) Kelembaban Tanah

Jumlah air tanah mempengaruhi kapasitas infiltrasi. Ketika air jatuh pada tanah kering, permukaan atas dari tanah tersebut menjadi basah, sedang bagian bawahnya relatif masih kering. Dengan demikian terdapat perbedaan yang besar dari gaya kapiler antara permukaan atas tanah dan yang ada di bawahnya. Karena adanya perbedaan tersebut, maka terjadi gaya kapiler yang bekerja sama dengan gaya berat, sehingga air bergerak ke bawah (infiltrasi) dengan cepat.

Dengan bertambahnya waktu, permukaan bawah tanah menjadi basah, sehingga perbedaan daya kapiler berkurang, sehingga infiltrasi berkurang. Selain itu, ketika tanah menjadi basah koloid yang terdapat dalam tanah akan mengembang dan menutupi pori-pori tanah, sehingga mengurangi kapasitas infiltrasi pada periode awal hujan.

c) Pemampatan Oleh Hujan

Ketika hujan jatuh di atas tanah, butir tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir, pengaruh tersebut sangat kecil.

d) Penyumbatan oleh butir halus

Ketika tanah sangat kering, permukaannya sering terdapat butiran halus. Ketika hujan turun dan infiltrasi terjadi, butiran halus tersebut terbawa masuk ke dalam tanah, dan mengisi pori-pori tanah, sehingga mengurangi kapasitas infiltrasi.

e) Tanaman Penutup

Banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput atau hutan, dapat menaikkan kapasitas infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah, dan juga akan terbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang/tempat hidup serangga. Apabila terjadi hujan lapisan humus mengembang dan lobang-lobang (sarang) yang dibuat serangga akan menjadi sangat permeabel. Kapasitas infiltrasinya bisa jauh lebih besar dari pada tanah yang tanpa penutup tanaman.

f) Topografi

Kondisi topografi juga mempengaruhi infiltrasi. Pada lahan dengan kemiringan besar aliran permukaan mempunyai kecepatan besar sehingga air kekurangan waktu untuk infiltrasi. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi

air permukaan. Sebaliknya, pada lahan yang datar air menggenang sehingga mempunyai waktu cukup banyak untuk infiltrasi.

g) Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan juga berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Jika intensitas hujan (I) lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual adalah sama dengan intensitas hujan. Apabila intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual sama dengan kapasitas infiltrasi.

5. Pengaruh Frekuensi Hujan Terhadap Infiltrasi

Menurut Sri Harto Br (1993), bahwa frekuensi hujan adalah jumlah kejadian hujan yang terjadi dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang (*retund periode*), misalnya sekali dalam 2, 5, 10, 20, 50, 100 tahun.

Ketika hujan jatuh di atas tanah, butiran tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut memperkecil pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir pengaruh tersebut sangat kecil.

Pukulan butir-butir hujan pada permukaan tanah yang terbuka menghancurkan dan mendispersikan agregat tanah yang mengakibatkan menyumbatan pori tanah di permukaan. Hal ini akan menurunkan laju infiltrasi. Penurunan laju infiltrasi juga dapat terjadi karena *overgrazing*, dan pemadatan tanah akibat penggunaan alat-alat berat (Hakim, *dkk*, 1986).

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).

6. Pengukuran Infiltrasi

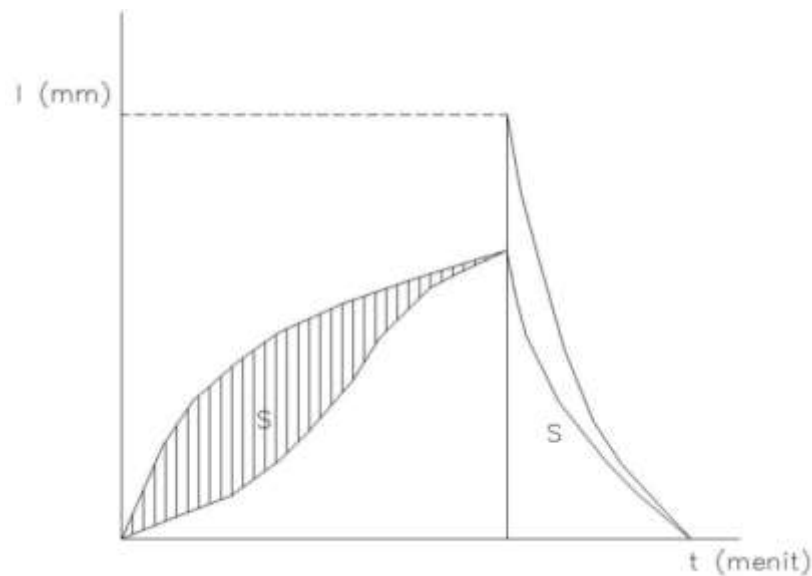
Alat ukur infiltrasi digunakan terutama untuk mengetahui efek relatif perubahan karakteristik daerah pengaliran seperti penggunaan tanah dan lain-lain.

Metode yang biasa digunakan untuk menentukan kapasitas infiltrasi adalah pengukuran dengan infiltrometer dan analisis hidrograf. Infiltrometer dibedakan menjadi infiltrometer genangan dan simulator hujan (*rainfall simulator*) (Bambang Triatmodjo, 2010).

Simulasi hujan (*Rainfall Simulator*) adalah menerapkan hujan tiruan yang diinginkan untuk penelitian antara lain: Erosi, infiltrasi dan intersepsi. *Rainfall simulator* dapat mengendalikan hujan seperti yang diinginkan (Thomas et.al., 1991 dalam Sri Harto Br, 1993). *Rainfall simulator* adalah alat yang dapat dipergunakan untuk mempelajari parameter hidrologi seperti infiltrasi dan *runoff* dibawah pemakaian hujan yang terkontrol (Fasier, 1977 dalam Sri Harto Br, 1993).

Pengukuran dengan *rainfall simulator* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Penyiapan petak tanah yang akan digunakan sebagai tempat percobaan dengan ukuran yang sesuai dengan ukuran alatnya. Hendaknya diyakini bahwa petak tanah tersebut benar-benar telah terisolir dari daerah sekitarnya.
- 2) Alat dipasang di tempatnya. Intensitas hujan buatan yang akan digunakan perlu ditetapkan dahulu dengan mengatur debit pompa.
- 3) Hujan buatan dioperasikan dengan intensitas sesuai dengan yang telah ditetapkan sebelumnya dan sejak saat yang sama semua air yang keluar dari petak tanah dicatat. Pencatatan terus dilakukan sampai suatu saat debit yang keluar dari petak tanah tersebut mencapai nilai tetap (*constant discharge*). Bila keadaan itu telah tercapai, maka hujan buatan dapat dihentikan. Pada keadaan demikian berarti telah tercapai keseimbangan antara hujan, debit dan kehilangan air (infiltrasi).
- 4) Hasil simulasi disajikan dalam Gambar 4. Pada saat hujan buatan telah dihentikan tidak berarti debit yang keluar dari petak tanah itu terhenti. Karena masih adanya *surface detention* maka masih terdapat aliran keluar dari petak tanah tersebut. Oleh sebab itu, pengukuran debit masih harus terus dilakukan sampai betul-betul debit keluar petak tanah sama dengan nol.



Gambar 4. Hasil Percobaan *Rainfall Simulator*

- 5) Selama masih ada air di permukaan tanah, maka selama itu pula masih terjadi proses infiltrasi. Dalam hal ini laju infiltrasi diperkirakan sebanding dengan perbandingan debit dan infiltrasi pada saat hujan buatan dihentikan.
- 6) Evaluasi terhadap hasil percobaan ini dapat dilakukan dengan pengertian berikut. Memperhatikan bahwa pada saat hujan buatan mulai dihentikan sampai dengan debit keluar dari petak tanah sama dengan nol, maka pengertian serupa dapat dianalogikan pada saat pertama kali hujan buatan dioperasikan. di dalam petak tanah juga akan terjadi penampungan, hujan seimbang dengan debit dan infiltrasi. Sehingga dengan pengertian tersebut maka volume air yang keluar mulai hujan buatan dihentikan (termasuk infiltrasi) dapat sama dengan volume air yang terbentuk pada saat hujan

dimulai sampai terjadi keseimbangan. Maka garis lengkung infiltrasi dapat ditarik dengan coba-coba sehingga volume yang terjadi sama.

Dalam penelitian ini pengukuran laju infiltrasi menggunakan alat simulasi hujan (*rainfall simulator*).



Sumber Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Unismuh, 2017

Gambar 5. Alat Simulasi Hujan (*Rainfall Simultor*)

Jika intensitas hujan (I) lebih besar dari kapasitas infiltrasi (f) maka akan terjadi genangan di atas permukaan tanah. Pada suatu saat genangan air akan meluap dan luapan air tersebut ditampung dalam wadah. Dengan mengetahui intensitas hujan (I), volume tampungan dalam wadah dan tinggi genangan, maka akan dapat dihitung kapasitas infiltrasi (f) (Triatmodjo, 2010).

Berdasarkan Standart untuk intensitas curah hujan pada sebuah simulator hujan buatan yang ditentukan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (United States Department of Difense (DOD) MIL-STD-810F.Method 506.4 standard), maka telah ditentukan standart intensitas curah hujan untuk

sebuah simulator pada beberapa kondisi hujan. Dalam penelitian ini menggunakan standart tersebut, berikut ditampilkan standart intensitas curah hujan pada alat *Rainfall Simulator* yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 4. Standar Intensitas Curah Hujan Pada *Rainfall Simulator*

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

Sumber : Obus (2016)

7. Formulasi Perhitungan Laju Infiltrasi

Dalam menghitung laju infiltrasi dapat digunakan beberapa model, yaitu : Model Horto, Model Kostiyakov, Model Philip, dan lain-lain. Dalam penelitian ini digunakan Model Horton karena model ini sangat simple dan cocok untuk data percobaan.

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

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (17)$$

$$f_t - f_c = (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (18)$$

Sisi kanan dan kiri di-logaritma normal-kan

$$\ln(f_t - f_c) = \ln(f_0 - f_c) - kt \ln e \quad (19)$$

$$\ln(f_t - f_c) = \ln(f_0 - f_c) - kt \quad (20)$$

$$- kt = \ln(f_t - f_c) - \ln(f_0 - f_c) \quad (21)$$

$$t = -\frac{1}{k} [\ln(f_t - f_c) - \ln(f_0 - f_c)] \quad (22)$$

$$t = -\frac{1}{k} \ln \left\{ \frac{(f_t - f_c)}{(f_0 - f_c)} \right\} \quad (23)$$

Persamaan (23) diubah dalam bentuk linear (persamaan 24)

$$y = mx + c \quad (24)$$

$$y = t \quad (25)$$

$$m = \left(\frac{1}{k} \right) \quad (26)$$

$$x = - \ln \left\{ \frac{(f_t - f_c)}{(f_0 - f_c)} \right\} \quad (27)$$

$c =$ konstanta

Sehingga nilai k dari persamaan (26)

$$k = \left(\frac{1}{m} \right) \quad (28)$$

Dengan:

f_t = laju infiltrasi pada saat t (mm/jam)

f_o =laju infiltrasi pada saat awal (mm/jam)

f_c =laju infiltrasi konstan, yang tergantung pada tipe tanah (mm/jam)

e =2,71828

t = waktu

k =konstanta yang menunjukkan laju penguapan laju infiltrasi

m =gradien garis dari regresi linear grafik hubungan waktu dengan $-\ln \{(f_t - f_c)/(f_o - f_c)\}$

Model ini sangat simpel dan lebih cocok untuk data percobaan.

Kelemahan utama dari model ini terletak pada penentuan parameternya f_o , f_c dan k dan ditentukan dengan data *fitting*.

C. Sistem Klasifikasi Tanah

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk di antaranya (Hardiyatmo Hari C, 2012).

Dari segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan menekan erosi, meskipun tanah sendiri juga dapat tererosi. Komposisi tanah berbeda-beda pada satu lokasi dengan lokasi yang lain. Air dan udara merupakan bagian dari tanah.

Penentuan sifat-sifat tanah banyak dijumpai dalam masalah teknis yang berhubungan dengan tanah. Hasil dari penyelidikan sifat-sifat ini kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi masalah-masalah tertentu. Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi. Umumnya, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan uji laboratorium) dan plastisitas.

1. Sistem Klasifikasi AASHTO

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 6.

Tabel 5. Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)							Tanah-tanah lanau lempung (>35% lolos saringan no. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 / A-7-6
Analisa Saringan (% lolos)											
2,00 mm (no. 10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 Maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan No.40											
Batas Cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	11 min	11 min	11 min	10 maks	11 min	11 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 atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

catatan :

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk PL > 30, klasifikasinya A-7-5 ;

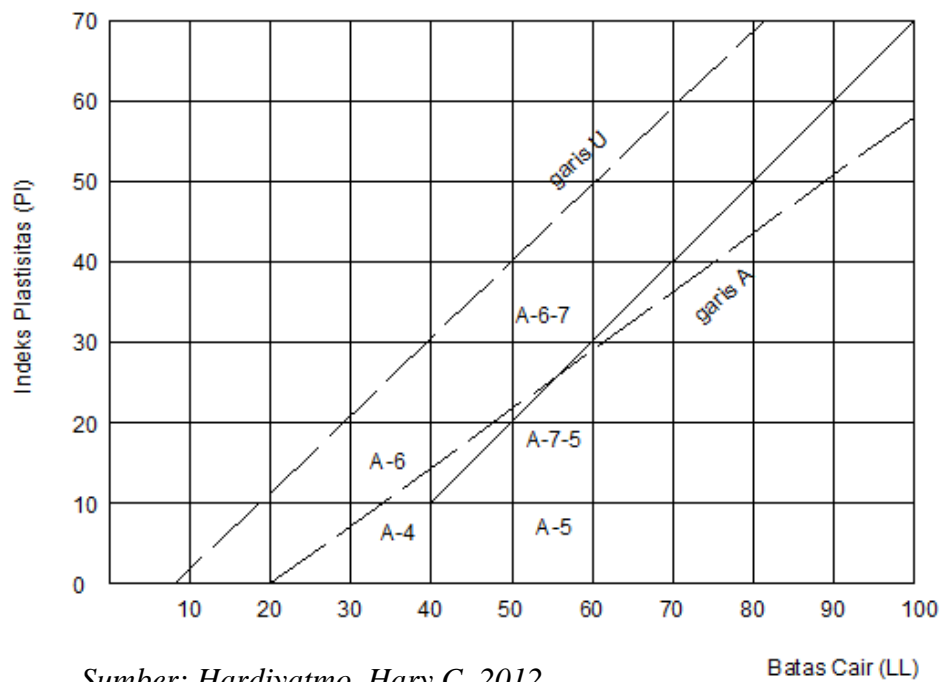
Untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6

Np = Nonplastis

Sumber: Hardiyatmo Hari C, 2012.

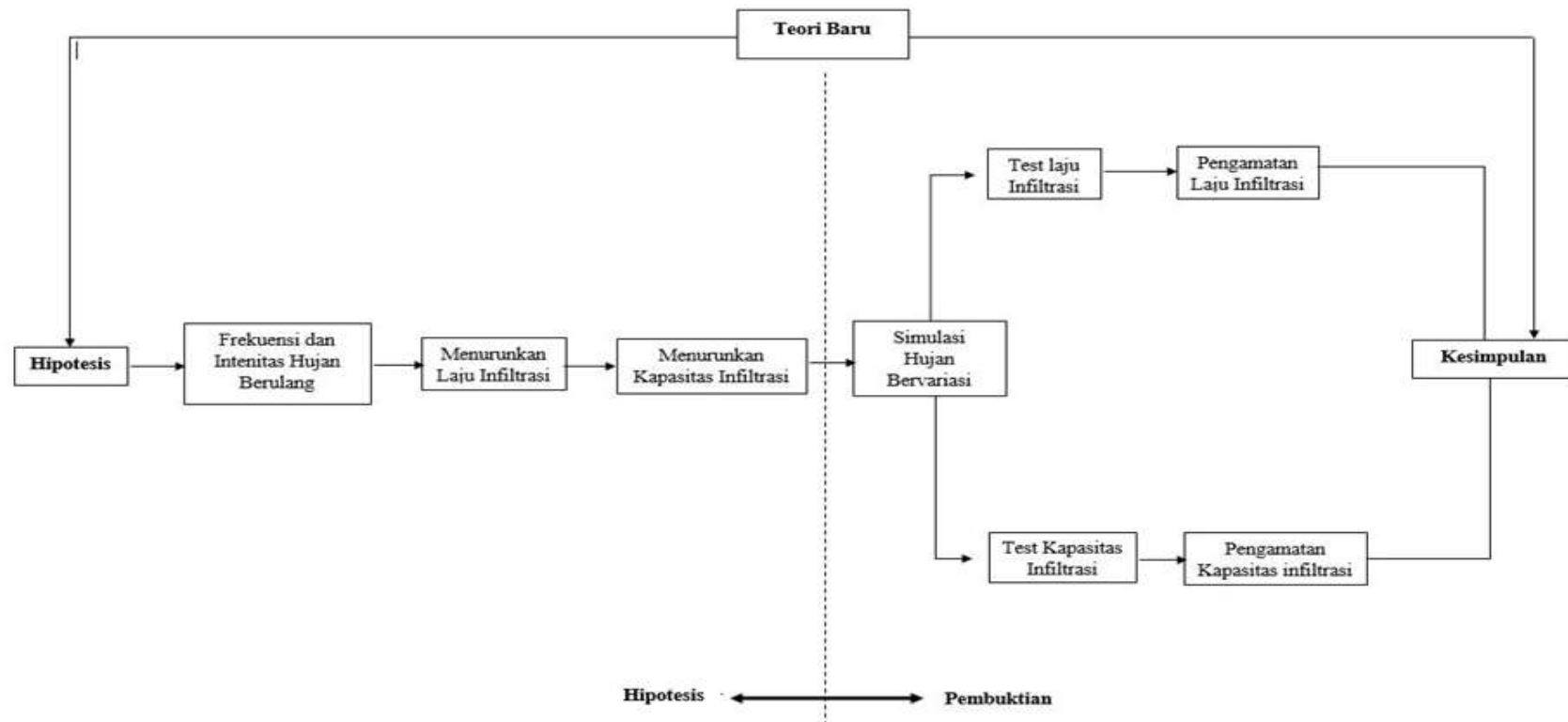
Bila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam penggunaan tanahnya, tanah granular di klasifikasikan kedalam klasifikasi A-1 sampai A-3, Tanah A-1 merupakan tanah granuler yang bergradasi baik, sedang A-3, adalah pasir bersih yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan no.200), tetapi masi mengandung lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dar A-4 samapi A-7, yaitu tanah lempung-lanau.

Perbedaan keduanya di dasarkan batas-batas Atterberg. Gambar 6 dapat di gunakan 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.



Gambar 6. Batas Batas Atterbeg Untuk Sub Kelompok A-4, A-5,A-6, dan A-7

D. Kerangka Fikir Penelitian



Gambar 7. Kerangka Fikir Penelitian

Dalam suatu penelitian diperlukan suatu kerangka pikir sebagai dasar dalam melakukan penelitian. Adapun kerangka pikir dalam penelitian ini dibagi atas dua bagian:

1. Hipotesis :

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap masalah penelitian yang kebenarannya harus uji secara empiris (Moh. Nazir, 1998).

Pada penelitian ini, frekuensi hujan dan intensitas curah hujan sebagai indikator. Makin tinggi frekuensi hujan dan meningkatnya intensitas curah hujan mengakibatkan struktur tanah semakin padat sehingga laju infiltrasi semakin rendah dan kapasitas infiltrasi semakin menurun.

2. Pembuktian :

Pada tahapan pembuktian, pengujian dilakukan di laboratorium dengan alat *rainfall simulator*, menggunakan lima frekuensi hujan berulang pada setiap intensitas curah hujan untuk mengetahui laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada setiap tahap hujan yang terjadi.

Setelah dievaluasi data-data dari hasil pengamatan, maka dapat ditarik kesimpulan, apabila hasil pembuktian tidak sesuai dengan hipotesis maka dapat memunculkan sintesa baru (temuan baru).

E. Review Penelitian Sebelumnya

Kajian penelitian terdahulu dimaksudkan agar peneliti sebagai landasan dalam melakukan penelitian yang berisi beberpa teori dan hasil penelitian

yang telah ada sebelumnya yang memiliki relevansi. Berdasarkan teori dan kajian yang telah ada tersebut yang akan menjadi bahan pertimbangan peneliti untuk melihat fakta kasus yang terjadi dilapangan. Oleh karna itu peneliti melakukan kajian terhadap beberapa hasil penelitian berupa skripsi dan jurnal. Pengaruh frekuensi hujan terhadap laju infiltrasi dan Kapasitas Infiltrasi pada jenis tanah *common soil* (studi uji laboratorium dengan *rainfall simulator*), terdapat beberapa sumber penelitian yang berkaitan dengannya sebagai berikut:

Pertama, Judul : Aplikasi Model Infiltrasi pada Tanah Dengan Model Kostiyacov dan Model Horton Menggunakan Alat *Rainfall Simulator*. Disusun Oleh Jati Kuncoro Munaljid Pada Tahun 2015.

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 *rainfall simulator* hujan.

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 2lt/menit.

Dari hasil analisa, 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*.

Kedua, Judul : Kapasitas Infiltrasi Tanah Timbunan Dengan Tutupan Paving Blok (Uji Model Laboratorium). Disusun oleh Abd. Rakhim Nanda, Nurnawaty Pada 2015.

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 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*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil dan Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 Maret sampai dengan 13 Oktober 2017.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium, dengan menggunakan alat *rainfall simulator* dimana kondisi penelitian ini didesain dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada sumber-sumber rujukan/literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut.

2. Sumber Data

Sumber data penelitian diambil dari:

- a) Data primer, yakni data yang diperoleh dari hasil simulasi dan pengamatan langsung dari model fisik dan sampel di Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
- b) Data sekunder, yakni data yang diperoleh dari instansi terkait seperti data curah hujan untuk Wilayah Kota Makassar dari Dinas PU dan BMKG kota Makassar, 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. Alat dan Bahan Penelitian

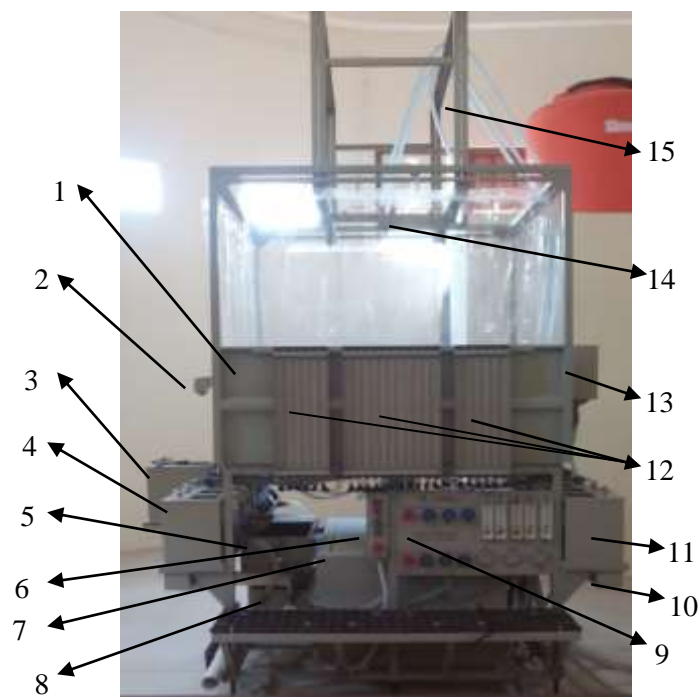
Untuk memudahkan penelitian ini dilakukan rancangan penelitian yang meliputi; persiapan alat dan bahan. Uraian mengenai rancangan penelitian tersebut disusun sebagai berikut.

1. Alat

Alat atau peralatan yang digunakan dalam pengujian penelitian sebagai berikut :

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.



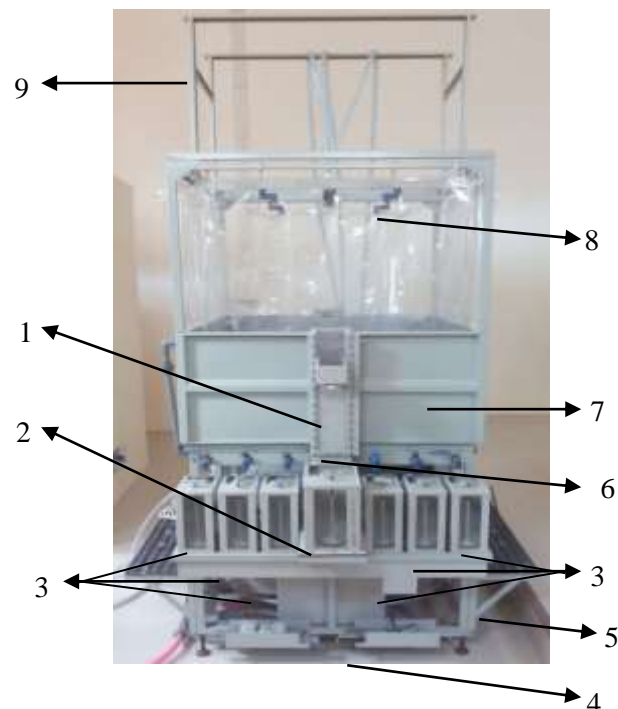
Sumber Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Unismuh, 2017

Gambar 8. Tampak Depan Alat *Rainfall Simulator*

Keterangan gambar 8.

- (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 pengukuran keluaran bak percobaan
- (6) Panel kendali 1
- (7) *Reservoir* (penampungan air sumber hujan).
- (8) Penampung air buangan untuk seluruh bejana pengukuran *drain* dari seluruh *drain*.
- (9) Panel kendali katup untuk operasional sistem *Basic Hydrology Study System*.
- (10) Saluran pembuangan bejana pengukuran dari *drain*.
- (11) Bejana pengukuran *drain* sisi kanan (ada 6 buah).
- (12) *Manometer Bank* (ada 23 titik untuk dua sumbu berbeda).
- (13) Bejana sebagai masukan sumber air untuk mensimulasikan aliran sungai pada bak percobaan.
- (14) Posisi penempatan *nozzle* hujan pada *gantry* (dudukan menggantung).
- (15) *Gantry* (dudukan menggantung)



Sumber *Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Unismuh, 2017*

Gambar 9. Tampak Samping Kiri Alat *Rainfall Simulator*

Keterangan gambar 9:

- (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).



Sumber Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Unismuh, 2017

Gambar 10. Media Uji Tangkapan Air Hujan

- b) Alat tulis dan tabel isian data dari hasil pengamatan.
- c) *Stopwatch* untuk mengukur durasi hujan dan infiltrasi
- d) Kamera digital untuk dokumentasi dan perekaman proses pengamatan
- e) Komputer, printer dan scanner untuk penginputan data
- f) Kalkulator sebagai alat hitung,
- g) Cangkul, martil, kantong plastik, skop), dan lain- lainnya yang digunakan untuk membantu kelancaran penelitian.

2. Bahan

Bahan yang di gunakan dalam penelitian sebagai berikut :

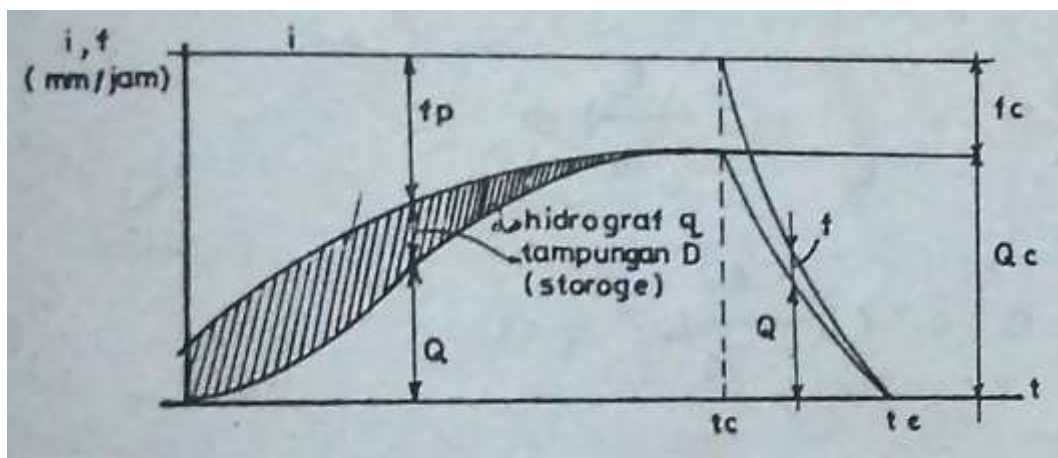
- a) Tanah, jenis tanah yang digunakan adalah tanah *Common Soil*.

- 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*).

D. Teknik Analisa Data

Menurut Soemarto (1986), mekanisme pengambilan dan analisis data infiltrasi dengan menggunakan *rainfall simulator* sebagai berikut:

Besarnya i , q dan f_p dinyatakan dalam mm/jam. Jika i , q , dan f_p diplot ke atas grafik sebagai fungsi waktu, maka didapat seperti gambar berikut.



Gambar 11. Prinsip Pengamatan Pada Percobaan *Rainfall Simulator*

Setelah hujan berlangsung beberapa lama, selisih i dan q menjadi hampir konstan, ini berarti bahwa f_c sudah hampir tercapai. Setelah hujan dihentikan limpasan masih berjalan meskipun dengan intensitas yang mengecil. Hal ini disebabkan karena menurunnya tebal air di atas permukaan tanah yang berarti pelepasan tampungan air di atas permukaan tanah. Selama proses pelepasan tampungan tersebut infiltrasi masih ada dan dianggap bahwa

infiltrasi f menurun dengan cara yang sama dengan debit q . Ini berarti bahwa pada permulaan test sebesar volume total limpasan dan infiltrasi setelah hujan dihentikan. Laju perubahan tampungan diperlihatkan oleh ordinat-ordinat dalam bagian terarsir pada gambar 11. Dengan perkiraan yang tepat terhadap besarnya tampungan tersebut dapat ditentukan garis f_p di atas hidrograf q .

Pada saat $t < t_c$, $i \neq f_p + q$. untuk mendapatkan f_p , $D = f(q)$ harus dicari terlebih dahulu.

Pada saat $t > t_c$, volume air yang berada dalam tampungan

$$D = \int (f + q) dt$$

dengan dianggap bahwa $f/q \approx f_c/q_c$, sehingga

$$D = \int q (1 + f_c/q_c) dt$$

$$D = (1 + f_c/q_c) \int q dt$$

Atau $D = f(q)$

Adapun data pengamatan hasil uji laboratorium diolah menjadi bahan analisa hasil kajian sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang diolah menjadi bahan analisa adalah;

- (1) data intensitas curah hujan rencana (I),
- (2) waktu durasi hujan (t) menit,
- (3) volume infiltrasi V (ml) atau liter.

Pengambilan data pengamatan sangat diperlukan dimana akan digunakan sebagai parameter analisa, oleh karena itu pencatatan data tersebut dilakukan pada setiap kondisi yang terkait langsung dengan tujuan penelitian.

Adapun data yang diambil dalam pengujian ini adalah waktu yang terkait dengan durasi hujan, t (menit) sekaligus kecepatan aliran V_{xy} (m/det) serta Volume infiltrasi, V (ml).

E. Variabel Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka pengujian dilakukan dengan model fisik laboratorium dengan kajian literature yang berkaitan dengan infiltrasi. Model fisik ini dimaksudkan untuk mengamati dan mengetahui pengaruh frekuensi hujan terhadap laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada jenis tanah *common soil*.

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

a) Variabel Bebas (*Independent variable*)

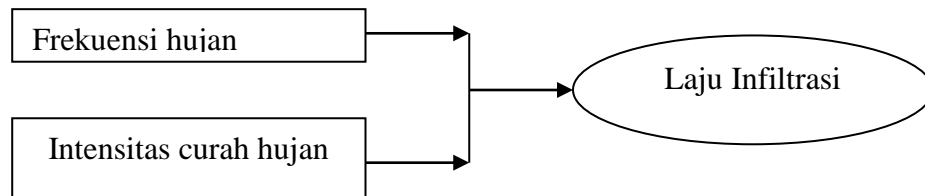
Menurut Sugiyono (2011), variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (dependen). Variabel bebas pada penelitian ini yaitu “Frekuensi Hujan dan Intensiitas Curah Hujan”

b) Variabel Teikat (*Dependent variable*)

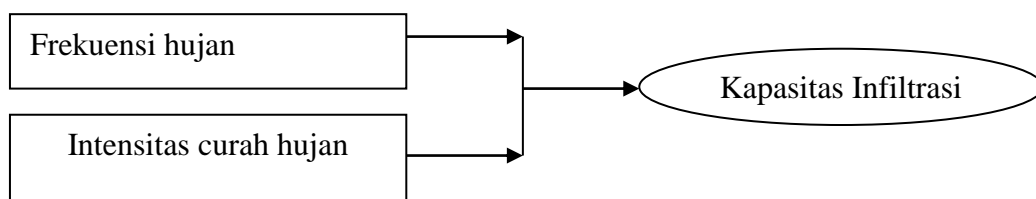
Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2011). Variabel terikat pada penelitian ini yaitu “Laju Infiltrasi dan Kapasitas Infiltrasi ”.

Adapun hubungan kedua variabel tersebut maka di buatkan gambar

skema sebagai berikut :



a) Variabel Terikat “Laju Infiltrasi”



b) Variabel Terikat “Kapasitas Infiltrasi”

Gambar 12. Media Uji Tangkapan Air Hujan

F. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan dilakukan untuk mengantisipasi segala keadaan yang berkaitan dengan prosedur penelitian, seperti;

- a) Pembersihan,
- b) Pengecekan alat dan bahan yang akan diuji,
- c) Persiapan perangkat dan instrument yang dibutuhkan, dan

- d) Persiapan personil pengamatan serta persatuan persepsi dalam melakukan tindakan pengujian, pengamatan dan pencatatan data.

2. Tahapan Penentuan Jenis Tanah

Penentuan jenis tanah dengan melakukan uji karakteristik tanah.

Karakteristik tanah yang diujikan dalam penelitian ini diantaranya, yaitu :

- a) Pengujian sand cone test
- b) Pengujian kadar air tanah
- c) Pengujian permeabilitas tanah
- d) Pengujian analisa saringan
- e) Pengujian Kompaksi
- f) Pengujian batas-batas *Atterberg* (batas plastis dan batas cair)

Pengujian karakteristik tanah tersebut dilakukan setelah pengambilan sampel tanah pada daerah Kampili, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.

3. Tahapan *Setting Media*

Sebelum prosedur pengujian model simulasi hujan (*rainfall simulator*) dilaksanakan perlu dilakukan tahapan setting media pada tangki uji secara lapis per lapis dengan ketebalan per lapis sesuai tinggi sample yang direncanakan. Dengan menggunakan metode :

$$Dr = \frac{yd \text{ Lapangan}}{yd \text{ Labolatorium}} \times 100\% \quad (33)$$

Karena kondisi lapang yang mau diuji, maka :

$$\gamma_d \text{ Lap} = \gamma \text{ Lab} \times \frac{D_r}{100} ; \quad (34)$$

Setelah nilai $\gamma_d \text{ Lap}$ diketahui, selanjutnya dikondisikan berat tanah dan volume tanah setelah dipadatkan (volume yang ditargetkan untuk dicapai dalam pemadatan).

$$\gamma_d \text{ Lap} = \frac{\text{Berat Tanah yang akan dipadatkan}}{\text{Volume tanah setelah dipadatkan}} \quad (35)$$

Diketahui :

$$\text{Tinggi sampel direncanakan (h)} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Luas alat } \textit{rainfall simulator} \text{ (A)} = 12000 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_d \text{ lapangan (sumber, } \textit{sandcone test}) = 1,505 \text{ gram/cm}^3$$

$$D_r \text{ (sumber, data } \textit{sandcone test}) = 71,667 \%$$

$$\text{Volume padat yang direncanakan (A x t)} = 12000 \times 30 = 360000 \text{ cm}^3$$

Untuk mendapatkan berat tanah pada yang akan di uji maka dihubungkan dengan volume yang di targetkan untuk di capai dalam pemadatan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat. Padat} = \gamma_d \text{ Lap} \times \text{Vo. tanah setelah dipadatkan} \quad (36)$$

$$\text{Berat. Padat} = 1,505 \times 360000 = 541800 \text{ gram}$$

$$= 541,8 \text{ kg (untuk tinggi sampel } 30 \text{ cm)}$$

$$\text{Untuk tinggi sampel } 10 \text{ cm} = 541,8 / 3 = 180,6 \text{ kg}$$

Adapun dalam tahapan pematatannya sebagai berikut:

- (a) Setelah berat padat diketahui selanjutnya tanah untuk lapisan pertama dimasukkan ke dalam tangki uji
- (b) Tumbuk secara merata sampai dengan tingkat kepadatan yang direncanakan yaitu untuk setiap lapis tingginya 10 cm.
- (c) Setelah lapisan tanah pertama sudah padat, lakukan kembali poin (a) dan (b) untuk lapisan 2 dan 3.
- (d) Jumlah lapisan, ketebalan lapisan, dan kepadatan lapisan tanah harus sesuai dengan yang direncanakan.

4. Tahapan *Running Test*

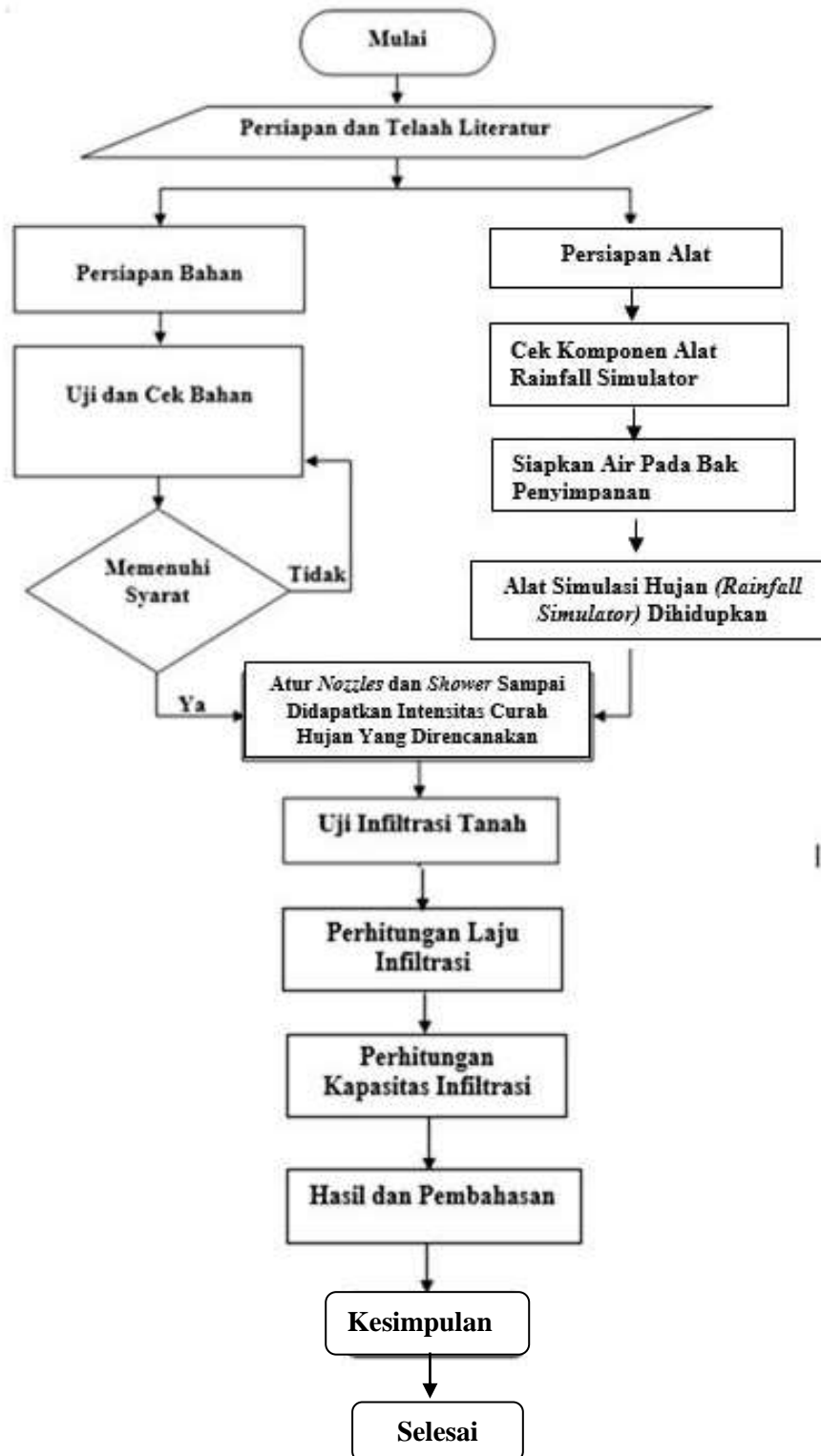
Running test ke-1. Pengukuran infiltrasi frekuensi pertama I₅.

Setelah tanah yang sudah didapatkan tanah yang berada dalam bak uji dilindungi dari air yang keluar dari *nozzle* sebelum dicapai keadaan air konstan yang diatur pada flowmeter dengan menggunakan media uji tangkapan air hujan. Setelah air dinyatakan konstan sesuai dengan intensitas hujan yang diinginkan, pelindung sampel atau media uji tangkapan air hujan dibuka dan secara bersamaan menekan tombol *on* pada *stopwatch*. Tiap selang waktu 5 menit limpasan dan infiltrasi yang tertampung dalam *drain*, diukur volume air dan catat dalam tabel pengamatan. Sampai pengamatan selama tanah dinyatakan jenuh dan infiltrasi konstan, hujan buatan dihentikan. Untuk tahapan running test ke-2 sampai dengan running test ke- 5 sama dengan

tahapan running test ke-1. Kemudian lakukan pembongkaran sampel pada bak percobaan, untuk dilakukan running test ke-1 untuk intensitas curah hujan I_{15}

Demikian juga untuk intensitas curah hujan I_{15} dan I_{25} untuk tahapan running test ke-1 sampai dengan running test ke- 5 sama dengan running test ke-1 intensitas curah hujan I_5 yang membedakan hanya intensitas curah hujannya.

G. Bagan Alur Penelitian



Gambar 13. Bagan dan Alur Penelitian

H. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah mendefinisikan variable secara operasional berdasarkan karakteristik yang diamati yang memungkinkan peneliti untuk melakukan observasi atau pengukuran secara cermat terhadap suatu objek atau fenomena (Aziz Alimul Hidayat, 2007).

Di bawah ini beberapa definisi operasional yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

1. *Common Soil* (tanah umum) adalah tanah yang mempunyai nilai kohesif dan sudut geser dalam yang signifikan dan tidak dapat diabaikan. Jumlah jenis tanah semacam ini hampir 98% dari jumlah tanah di muka bumi, maka dinamakan tanah sebagai bentuk tanah pada umumnya, selanjutnya dinamakan tanah umum (*common soil*).
2. Intensitas curah hujan adalah besaran curah hujan maksimum dalam satuan waktu, yang dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/bulan dan sebagainya. Dalam penelitian ini menggunakan tiga intensitas curah hujan yaitu intensitas curah hujan I_5 , I_{15} dan I_{25} .
3. Frekuensi hujan adalah jumlah kejadian hujan yang terjadi dan dinyatakan dengan kala ulang (*retund periode*). Dalam penelitian ini jumlah frekuensi hujan yang digunakan sebanyak lima kali dalam satu intensitas curah hujan.
4. Laju Infiltrasi adalah Kecepatan air yang masuk melalui permukaan tanah per satuan waktu dinyatakan dalam cm/ jam atau mm/jam.

5. Kapasitas Infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam cm/ jam atau mm/jam.
6. Volume infiltrasi adalah jumlah air yang masuk melalui permukaan tanah. Setelah tanah menjadi jenuh air, maka laju infiltrasi akan menurun dan menjadi konstan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Klasifikasi Tanah

Dari hasil pengamatan sampel tanah pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, didapatkan hasil klasifikasi tanah AASHTO tipe A-2-6, Berikut ini diterangkan penentuan klasifikasi AASHTO untuk tipe A-2-6. Hasil pengujian di laboratorium di peroleh data: batas plastis (PL) = 23,33% , batas cair (LL) = 37,39%, sedangkan analisis saringan di peroleh :

Tabel 6. Pengujian Analisa Saringan

No	Nomor Saringan	% lolos
1	4 (4,75 mm)	100
2	8 (2,0 mm)	100
3	16 (0,84 mm)	90,8
4	40 (0,42 mm)	56,4
5	50 (0,25 mm)	32,1
6	100 (0,15 mm)	8,0
7	200 (0,075 mm)	5
8	Pan	0

Sumber : Pengamatan Laboratorium

Dari hasil pengujian analisa saringan pada tabel 6. Menunjukkan bahwa:

1. Pada saringan nomor 4 dan 8 berat tertahan sama dengan 0, karena yang tertahan disaringan no.4 dan 8 dikategorikan sebagai keriki

2. Pada saringan nomor 16, 40 dan 50 dikategorikan sebagai pasir (*sand*) dengan berat 760 gram atau 67,86% dari total sampel pengamatan.
3. Pada saringan nomor 100 dan 200 dikategorikan sebagai debu (*silt*) dengan berat 304 gram atau 27,14% dari total sampel pengamatan.
4. 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.

Klasifikasi sistem AASHTO didasarkan atas kriteria-kriteria sebagai berikut :

1. Ukuran butir

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

2. 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 plastisnya, PI = $37,39 \% - 23,33 \% = 14,06 \%$.

Setelah didapatkan nilai-nilai diatas, maka data hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam tabel 6 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.

Pada tabel berikut disajikan tentang hasil pemeriksaan karakteristik tanah. Dari hasil pengamatan sampel tanah pada laboratorium Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Makassar , dalam penelitian ini digunakan sistem klasifikasi AASHTO, hasilnya dirangkum pada tabel.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah

No.	Uraian	Satuan	Nilai	Keterangan	
A.	Kadar Air	%	31,05	-	
B.	Batas-batas Atterberg				
	1. Batas Cair (Liquid Limit, LL)	%	37,39	-	
	2. Batas Plastis (Plastic Limit, PL)	%	23,33		
	3. Indeks Plastisitas		14,06		
C.	Distribusi Butiran (AASHTO)			A-2-6	
	1. Fraksi Kasar	%	56	Tipe material secara umum adalah kerikil berlanau atau berlempung dan pasir, dengan kondisi sebagai tanah dasar baik sampai dengan sangat baik.	
	2. Fraksi Halus	%	44		
D.	Kompaksi				
	1. Berat Isi Kering Optimum	gr/cm ³	2,1	-	
	2. Kadar Air Optimum	%	34		
E.	Koefisien Permeabilitas Standar	cm/dtk	0,0026844	-	
F.	Kepadatan (sandcone test)		Nilai		
			I ₅	I ₁₅	I ₂₅
	D	%	71,65	71,65	71,65

Sumber : Hasil Pengamatan Laboratorium

B. Karakteristik Intensitas Curah Hujan Wilayah

Intensitas curah hujan yang dipakai adalah intensitas curah hujan untuk wilayah Makassar untuk kala ulang I_5 , I_{15} dan I_{25} tahun. Untuk intensitas I_5 tahun diperoleh 246,841 mm/jam, I_{15} tahun diperoleh 307,489 mm/jam, dan untuk I_{25} tahun diperoleh 344,900 mm/jam. Selanjutnya, untuk perhitungan intensitas dapat dilihat pada lampiran.

Untuk menyesuaikan intensitas curah hujan yang ada dengan alat *rainfall simulator* maka digunakan tabel penyesuaian intensitas yang terdapat pada tabel 4.

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa intensitas curah hujan yang digunakan termasuk di dalam intensitas curah hujan medium, maka tinggi *flow* meter untuk penyesuaian intensitas curah hujan dapat dihitung sebagai berikut berikut.

<i>Rain Condition</i>	<i>Rain Fall Rate</i>	<i>Flow Rates</i>
<i>Medium</i>	<i>102 mm/hour-480mm/hour</i>	<i>2,04 L/min-9,6 L/min</i>

Diketahui I_5 (246,842 mm/jam), untuk menghitung tinggi *flow* meter dapat diinterpolasi sebagai berikut :

$$= 2,04 + \left(\frac{246,842 - 102}{480 - 102} \right) \times (9,6 - 2,04)$$

$$= 4,9 \text{ liter/menit}$$

Hasil interpolasi selanjutnya untuk intensitas curah hujan I_{15} dan I_{25} dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Penyesuaian Intensitas Curah Hujan Dan Flowmeter

No	Intentitas curah Hujan		Tinggi flowmeter
1	I ₅	246,841 mm/jam	4,9 liter/menit
2	I ₁₅	307,489 mm/ jam	6,1 liter/menit
3	I ₂₅	344,900 mm/jam	6,9 liter/menit

C. Tingkat Infiltrasi Tanah dengan Variasi Intensitas Curah Hujan dan Variasi Frekuensi Hujan

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan dengan menggunakan alat *Rainfall Simulator*. Penyajian data dan analisis laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada kondisi tanah asli, dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi intensitas curah hujan rencana I₅, I₁₅ dan I₂₅ dan lima variasi frekuensi hujan Uraian mengenai hasil pengamatan dari proses tersebut secara berturut-turut disajikan pada tabel 9, tabel 10, dan tabel 11.

Contoh perhitungan laju infiltrasi pada intensitas curah hujan I₅F₁.

Perhitungan laju infiltrasi :

$$\text{Volume infiltrasi} = 100 \text{ ml}$$

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

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

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

$$= 100 / (5/60)$$

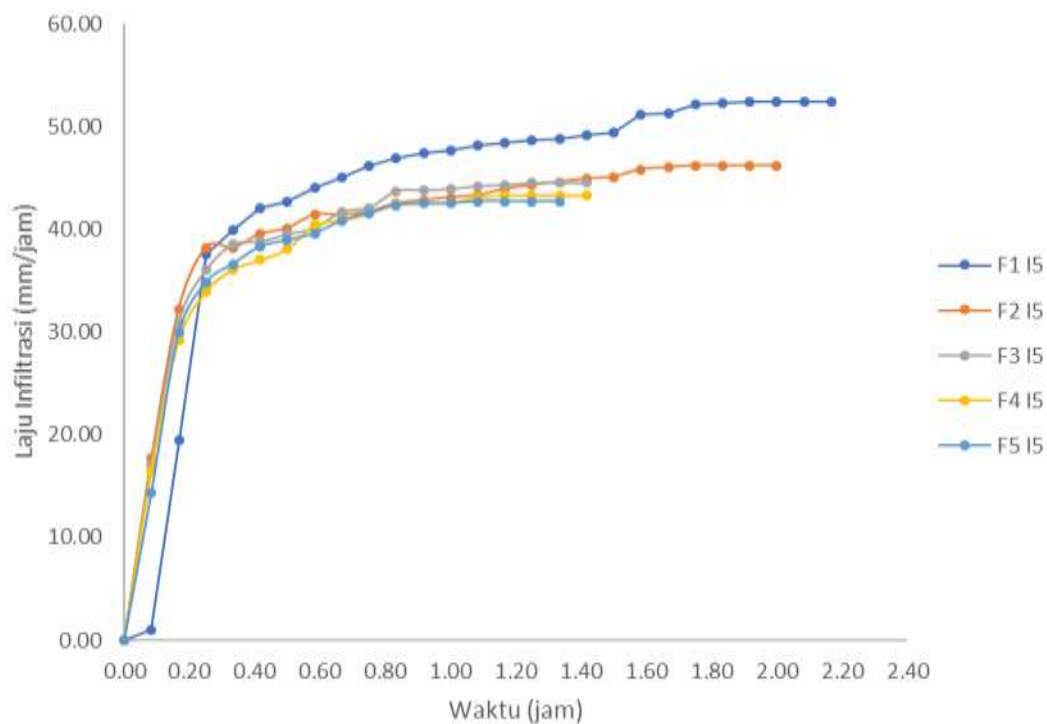
$$= 1200 \text{ ml/jam}$$

$$= 1200/12000 = 0,1 \text{ cm/jam} = 1,0 \text{ mm/jam}$$

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

Tabel 9. Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I₅

No.	Waktu (jam)	Laju Infiltrasi				
		F ₁ I ₅	F ₂ I ₅	F ₃ I ₅	F ₄ I ₅	F ₅ I ₅
		(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	1.00	17.70	17.10	16.50	14.40
3	0.17	19.50	32.20	31.00	29.20	29.90
4	0.25	37.50	38.20	36.00	33.90	34.80
5	0.33	39.90	38.20	38.50	36.10	36.60
6	0.42	42.00	39.50	38.80	37.00	38.30
7	0.50	42.70	40.10	39.50	38.10	38.90
8	0.58	44.10	41.40	40.10	40.40	39.60
9	0.67	45.00	41.40	41.70	40.90	40.80
10	0.75	46.10	41.70	42.10	41.50	41.60
11	0.83	46.90	42.50	43.70	42.40	42.30
12	0.92	47.40	42.80	43.80	42.50	42.50
13	1.00	47.70	43.10	43.90	42.60	42.50
14	1.08	48.10	43.30	44.20	43.10	42.70
15	1.17	48.40	43.90	44.30	43.30	42.70
16	1.25	48.60	44.30	44.50	43.30	42.70
17	1.33	48.80	44.60	44.50	43.30	42.70
18	1.42	49.20	44.90	44.50	43.30	
19	1.50	49.40	45.10			
20	1.58	51.20	45.80			
21	1.67	51.30	46.00			
22	1.75	52.10	46.20			
23	1.83	52.30	46.20			
24	1.92	52.40	46.20			
25	2.00	52.40	46.20			
26	2.08	52.40				
27	2.17	52.40				
Jumlah		1168.80	1001.50	678.20	657.40	613.00
Rata – rata		43.29	40.06	37.68	36.52	36.06

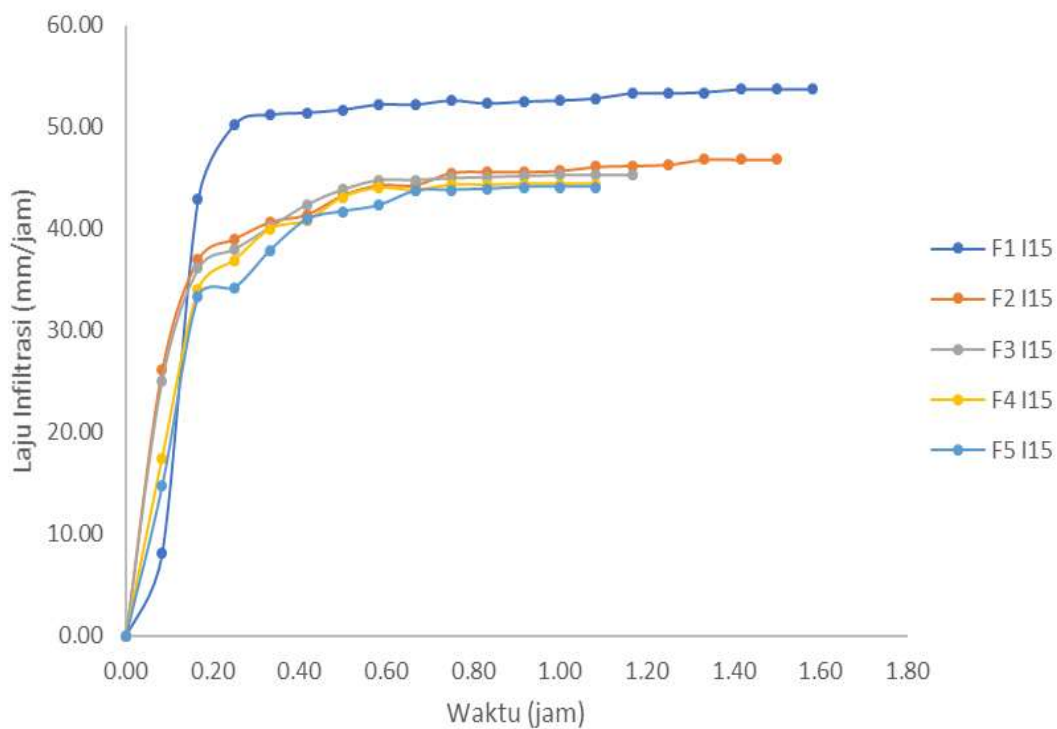


Gambar 14. Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_5

Dari gambar 14 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan pertama F_1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,92 jam dengan laju infiltrasi 52,40 mm/jam, frekuensi hujan kedua F_1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,75 jam dengan laju infiltrasi 46,2 mm/jam, frekuensi hujan ketiga F_1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,25 jam dengan laju infiltrasi 44,5 mm/jam, frekuensi hujan keempat F_1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,25 jam dengan laju infiltrasi 43,3 mm/jam, dan frekuensi hujan kelima F_1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,08 jam dengan laju infiltrasi 42,7 mm/jam.

Tabel 10. Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I₁₅

No.	Waktu (jam)	Laju Infiltrasi				
		F ₁ I ₁₅	F ₂ I ₁₅	F ₃ I ₁₅	F ₄ I ₁₅	F 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	8.10	26.10	25.10	17.50	14.70
3	0.17	42.90	37.00	36.10	34.00	33.30
4	0.25	50.20	39.00	38.00	36.90	34.20
5	0.33	51.20	40.70	40.20	40.00	37.90
6	0.42	51.40	41.40	42.40	40.80	40.90
7	0.50	51.70	43.30	43.90	43.10	41.70
8	0.58	52.20	44.30	44.80	44.00	42.30
9	0.67	52.20	44.30	44.80	43.80	43.70
10	0.75	52.60	45.50	45.00	44.30	43.80
11	0.83	52.30	45.60	45.10	44.30	43.90
12	0.92	52.50	45.60	45.20	44.40	44.10
13	1.00	52.60	45.70	45.30	44.40	44.10
14	1.08	52.80	46.10	45.30	44.40	44.10
15	1.17	53.30	46.20	45.30		
16	1.25	53.30	46.30			
17	1.33	53.40	46.80			
18	1.42	53.70	46.80			
19	1.50	53.70	46.80			
20	1.58	53.70				
Jumlah		943.80	777.50	586.50	521.90	508.70
Rata – rata		47.19	40.92	39.10	37.28	36.34

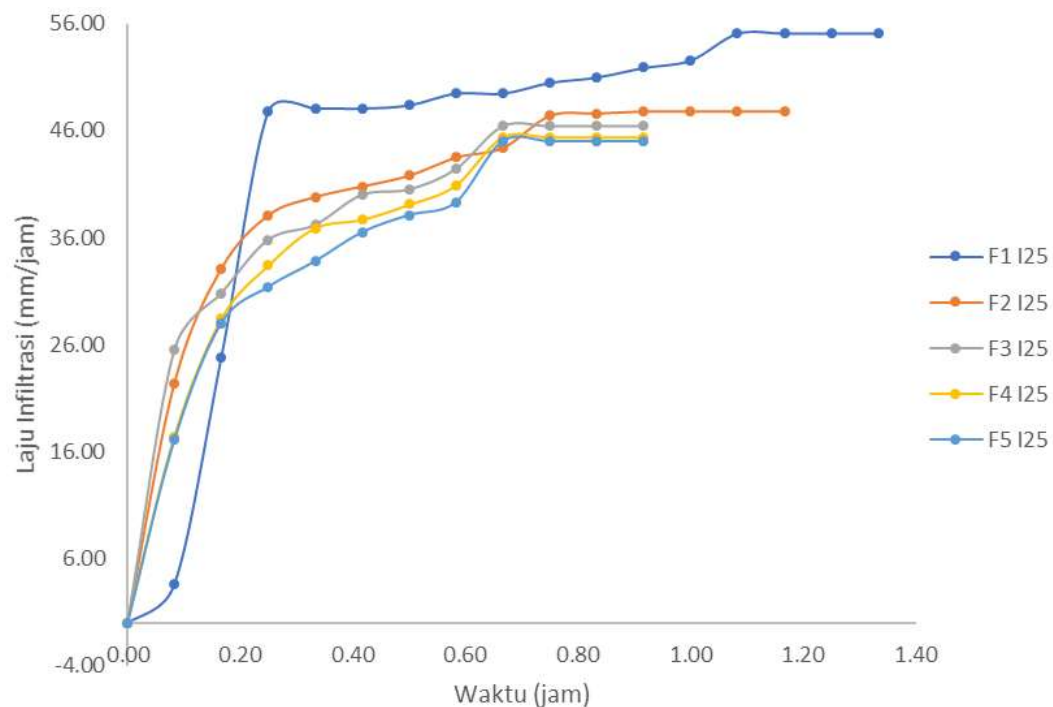


Gambar 15. Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_{15}

Dari gambar 15 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan pertama F_1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,42 jam dengan laju infiltrasi 53,7 mm/jam, frekuensi hujan kedua F_2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,33 jam dengan laju infiltrasi 46,8 mm/jam, frekuensi hujan ketiga F_3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,0 jam dengan laju infiltrasi 45,3 mm/jam, frekuensi hujan keempat F_4 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 0,92 jam dengan laju infiltrasi 44,4 mm/jam, dan frekuensi hujan kelima F_5 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 0,92 jam dengan laju infiltrasi 44,10 mm/jam.

Tabel 11. Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I₂₅

No.	Waktu (jam)	Laju Infiltrasi				
		F ₁ I ₂₅	F ₂ I ₂₅	F ₃ I ₂₅	F ₄ I ₂₅	F ₅ I ₂₅
		(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	3.60	22.40	25.50	17.40	17.10
3	0.17	24.80	33.10	30.80	28.40	28.00
4	0.25	47.80	38.10	35.80	33.40	31.40
5	0.33	48.10	39.80	37.20	36.90	33.80
6	0.42	48.10	40.80	40.00	37.70	36.50
7	0.50	48.40	41.80	40.50	39.10	38.10
8	0.58	49.50	43.50	42.40	40.90	39.30
9	0.67	49.50	44.40	46.40	45.40	45.00
10	0.75	50.50	47.40	46.40	45.40	45.00
11	0.83	51.00	47.60	46.40	45.40	45.00
12	0.92	51.90	47.80	46.40	45.40	45.00
13	1.00	52.60	47.80			
14	1.08	55.10	47.80			
15	1.17	55.10	47.80			
16	1.25	55.10				
17	1.33	55.10				
Jumlah		746.20	590.10	437.80	415.40	404.20
Rata – rata		43.89	39.34	36.48	34.62	33.68



Gambar 16. Tingkat Infiltrasi Tanah Dengan Variasi Frekuensi Hujan Pada Intensitas Curah Hujan I_{25}

Dari gambar 16 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan pertama F_1 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 1,08 jam dengan laju infiltrasi 55,10 mm/jam, frekuensi hujan kedua F_2 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 0,92 jam dengan laju infiltrasi 47,80 mm/jam, frekuensi hujan ketiga F_3 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 0,67 jam dengan laju infiltrasi 46,4 mm/jam, frekuensi hujan keempat F_4 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 0,67 jam dengan laju infiltrasi 45,4 mm/jam, dan frekuensi hujan kelima F_5 menunjukkan bahwa waktu mencapai konstan t_c 0,67 jam dengan laju infiltrasi 45,0 mm/jam.

D. Perbandingan Tingkat Infiltrasi Tanah dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Antara Hasil Perhitungan dengan Metode Horton

Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_5 dan frekuensi pertama F_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 infiltrasi dianggap konstan.

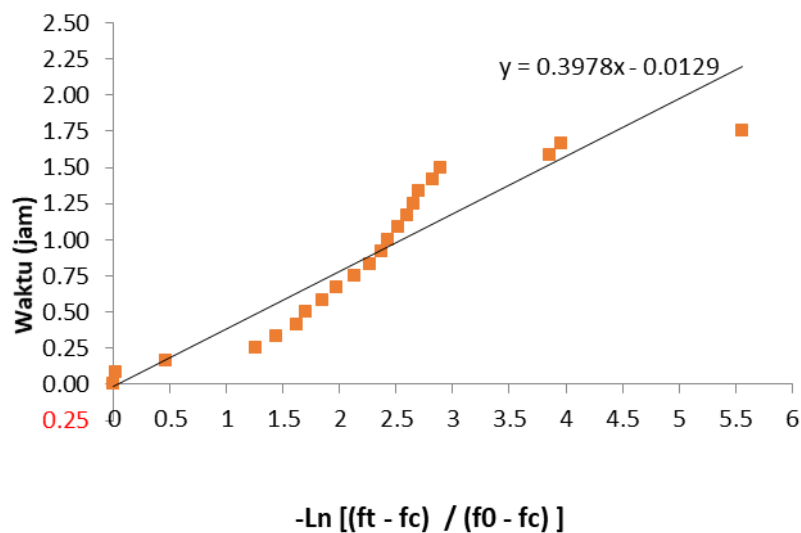
Tabel 12. Perhitungan Parameter Infiltrasi Untuk $I_5 F_1$

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0.00	52.400	52.400	0.100	52.300	52.300	0.000
0.08	52.400	51.400	0.100	51.300	52.300	0.019
0.17	52.400	32.900	0.100	32.800	52.300	0.467
0.25	52.400	14.900	0.100	14.800	52.300	1.262
0.33	52.400	12.500	0.100	12.400	52.300	1.4393
0.42	52.400	10.400	0.100	10.300	52.300	1.6249
0.50	52.400	9.700	0.100	9.600	52.300	1.6952
0.58	52.400	8.300	0.100	8.200	52.300	1.8529
0.67	52.400	7.400	0.100	7.300	52.300	1.9691
0.75	52.400	6.300	0.100	6.200	52.300	2.1324
0.83	52.400	5.500	0.100	5.400	52.300	2.2706
0.92	52.400	5.000	0.100	4.900	52.300	2.3678
1.00	52.400	4.700	0.100	4.600	52.300	2.4309
1.08	52.400	4.300	0.100	4.200	52.300	2.5219
1.17	52.400	4.000	0.100	3.900	52.300	2.5960
1.25	52.400	3.800	0.100	3.700	52.300	2.6487
1.33	52.400	3.600	0.100	3.500	52.300	2.7042
1.42	52.400	3.200	0.100	3.100	52.300	2.8256
1.50	52.400	3.000	0.100	2.900	52.300	2.8923
1.58	52.400	1.200	0.100	1.100	52.300	3.8617
1.67	52.400	1.100	0.100	1.000	52.300	3.9570
1.75	52.400	0.300	0.100	0.200	52.300	5.5664
1.83	52.400	0.100	0.100	0.000	52.300	

Dari data hasil laju infiltrasi dilakukan perhitungan laju infiltrasi Horton (f_t) yang dihitung dengan menggunakan persamaan (17) dengan perhitungan nilai k menggunakan persamaan (28).

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.3978x - 0.0129$, dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Kurva Hubungan antara waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0.3978$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 2,514$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,100 + (52,40 - 0,100) 2,71828^{-2,514 \cdot 0}$$

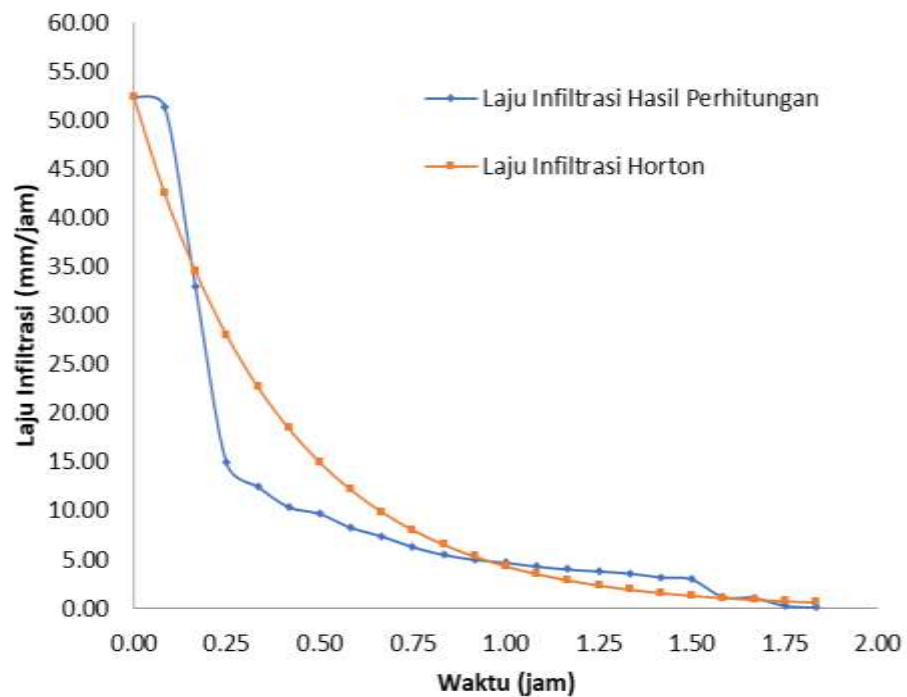
$$f_t = 52,40 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 13. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₅ F₁

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	52.400	52.400
0.08	51.400	42.515
0.17	32.900	34.499
0.25	14.900	27.998
0.33	12.500	22.725
0.42	10.400	18.449
0.50	9.700	14.981
0.58	8.300	12.168
0.67	7.400	9.888
0.75	6.300	8.038
0.83	5.500	6.538
0.92	5.000	5.321
1.00	4.700	4.334
1.08	4.300	3.534
1.17	4.000	2.885
1.25	3.800	2.359
1.33	3.600	1.932
1.42	3.200	1.585
1.50	3.000	1.305
1.58	1.200	1.077
1.67	1.100	0.892
1.75	0.300	0.743
1.83	0.100	0.621

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan Dan Metode Horton I_5 Frekuensi Hujan Pertama

Dari gambar 18 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan pertama F_1 dengan t 1,83 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,10 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,621 mm/jam.

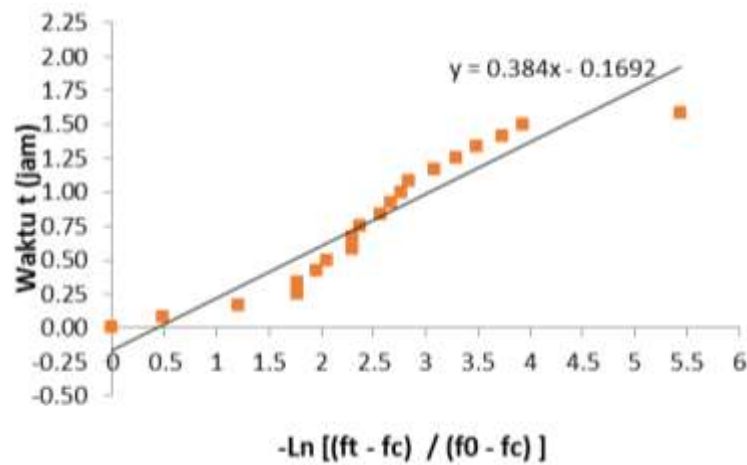
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_5 dan frekuensi kedua (F_2) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 14. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₅ F₂

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	46.200	46.200	0.200	46.000	46.000	0.0
0.08	46.200	28.500	0.200	28.300	46.000	0.5
0.17	46.200	14.000	0.200	13.800	46.000	1.2
0.25	46.200	8.000	0.200	7.800	46.000	1.8
0.33	46.200	8.000	0.200	7.800	46.000	1.7745
0.42	46.200	6.700	0.200	6.500	46.000	1.9568
0.50	46.200	6.100	0.200	5.900	46.000	2.0537
0.58	46.200	4.800	0.200	4.600	46.000	2.3026
0.67	46.200	4.800	0.200	4.600	46.000	2.3026
0.75	46.200	4.500	0.200	4.300	46.000	2.3700
0.83	46.200	3.700	0.200	3.500	46.000	2.5759
0.92	46.200	3.400	0.200	3.200	46.000	2.6655
1.00	46.200	3.100	0.200	2.900	46.000	2.7639
1.08	46.200	2.900	0.200	2.700	46.000	2.8354
1.17	46.200	2.300	0.200	2.100	46.000	3.0867
1.25	46.200	1.900	0.200	1.700	46.000	3.2980
1.33	46.200	1.600	0.200	1.400	46.000	3.4922
1.42	46.200	1.300	0.200	1.100	46.000	3.7333
1.50	46.200	1.100	0.200	0.900	46.000	3.9340
1.58	46.200	0.400	0.200	0.200	46.000	5.4381
1.67	46.200	0.200	0.200	0.000	46.000	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 0.384x + 0.1692, \text{ dapat dilihat pada gambar 19.}$$



Gambar 19. Kurva Hubungan antara waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,384$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 2,604$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0.200 + (46.200 - 0.200) 2,71828^{-2,604 \cdot 0}$$

$$f_t = 46.200 \text{ mm/jam}$$

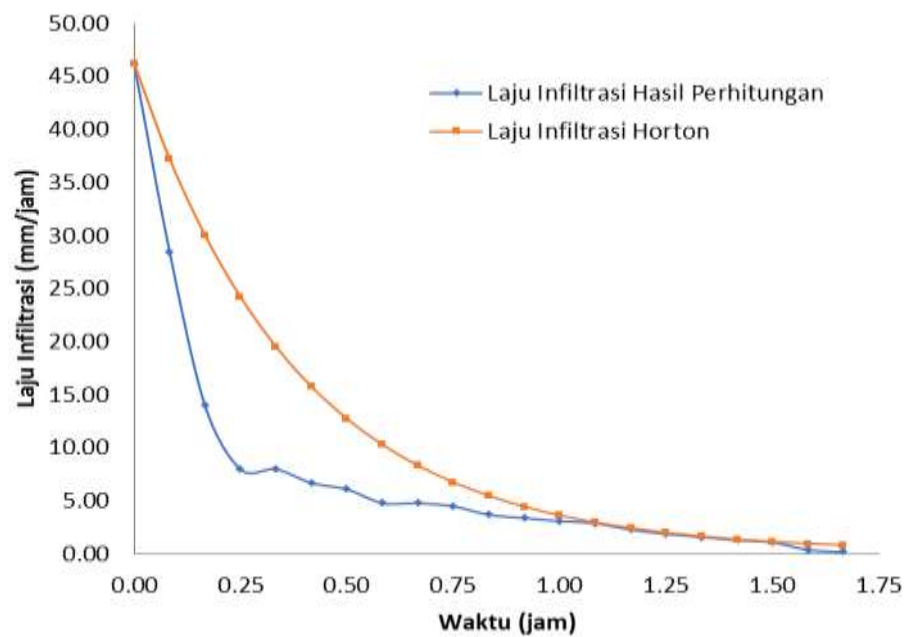
Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 15. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_5 F_2$

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
(1)	(2)	(3)
0	46.200	46.200
0.08	28.500	37.226
0.17	14.000	30.003
0.25	8.000	24.189

(1)	(2)	(3)
0.33	8.000	19.509
0.42	6.700	15.742
0.50	6.100	12.710
0.58	4.800	10.270
0.67	4.800	8.305
0.75	4.500	6.724
0.83	3.700	5.451
0.92	3.400	4.427
1.00	3.100	3.602
1.08	2.900	2.939
1.17	2.300	2.404
1.25	1.900	1.974
1.33	1.600	1.628
1.42	1.300	1.350
1.50	1.100	1.125
1.58	0.400	0.945
1.67	0.200	0.800

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_5 F_2$

Dari gambar 20 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan kedua F_2 dengan t 1,67 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,20 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,80 mm/jam.

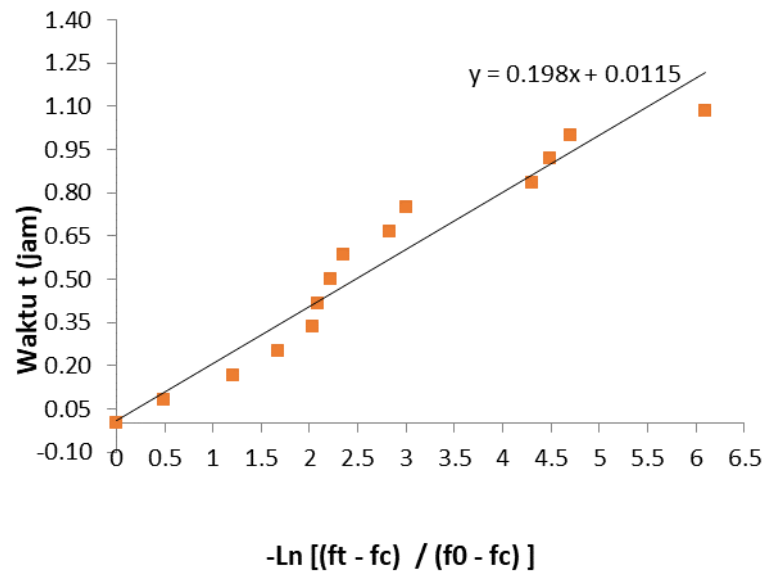
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_5 frekuensi hujan ketiga (F_3) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 16. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_5 F_3$

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0.00	44.500	44.500	0.200	44.300	44.300	0.0
0.08	44.500	27.400	0.200	27.200	44.300	0.5
0.17	44.500	13.500	0.200	13.300	44.300	1.2
0.25	44.500	8.500	0.200	8.300	44.300	1.7
0.33	44.500	6.000	0.200	5.800	44.300	2.0331
0.42	44.500	5.700	0.200	5.500	44.300	2.0862
0.50	44.500	5.000	0.200	4.800	44.300	2.2224
0.58	44.500	4.400	0.200	4.200	44.300	2.3559
0.67	44.500	2.800	0.200	2.600	44.300	2.8355
0.75	44.500	2.400	0.200	2.200	44.300	3.0025
0.83	44.500	0.800	0.200	0.600	44.300	4.3018
0.92	44.500	0.700	0.200	0.500	44.300	4.4841
1.00	44.500	0.600	0.200	0.400	44.300	4.7073
1.08	44.500	0.300	0.200	0.100	44.300	6.0936
1.17	44.500	0.200	0.200	0.000	44.300	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 0.198x + 0.0115, \text{ dapat dilihat pada gambar 21.}$$



Gambar 21. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0.198$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 5,051$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0.200 + (44.500 - 0.200) 2,71828^{-5,051 \cdot 0}$$

$$f_t = 44.500 \text{ mm/jam}$$

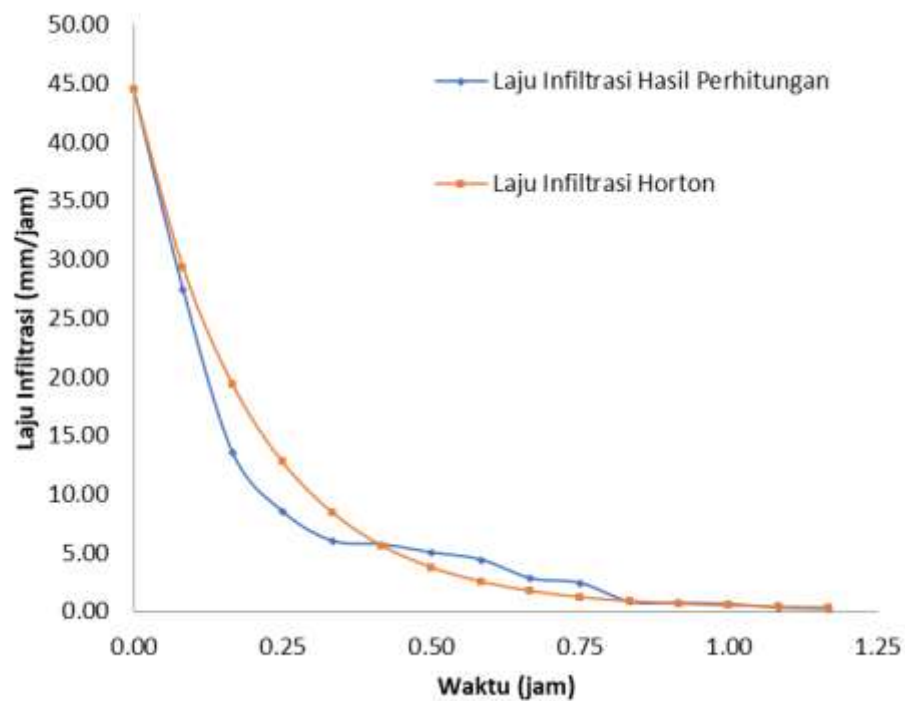
Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 17. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_5 F_3$

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
(1)	(2)	(3)
0	44.500	44.500
0.08	27.400	29.282

(1)	(2)	(3)
0.17	13.500	19.291
0.25	8.500	12.733
0.33	6.000	8.428
0.42	5.700	5.601
0.50	5.000	3.746
0.58	4.400	2.528
0.67	2.800	1.728
0.75	2.400	1.203
0.83	0.800	0.859
0.92	0.700	0.632
1.00	0.600	0.484
1.08	0.300	0.386
1.17	0.200	0.322

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 22. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_5 F_3$

Dari gambar 22 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan ketiga F_3 dengan t 1.17 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,20 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,322 mm/jam.

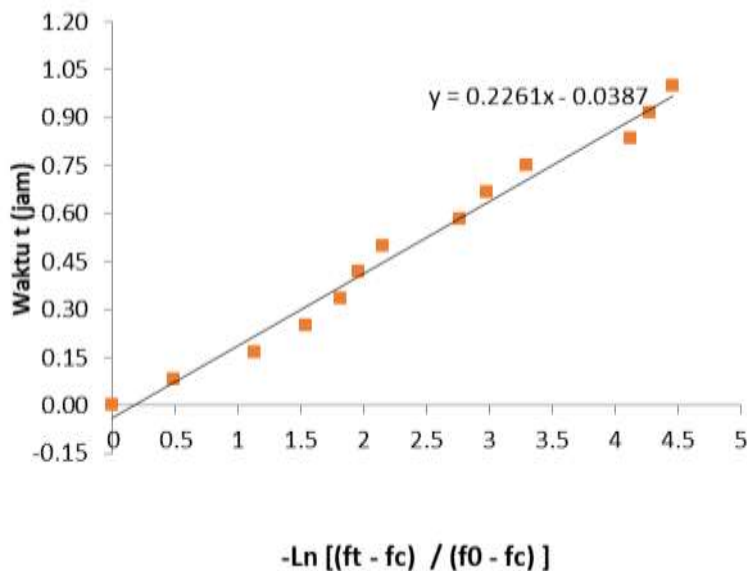
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_5 untuk frekuensi hujan keempat (F_4) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 18. Perhitungan Parameter infiltrasi $I_5 F_4$

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0.00	43.300	43.300	0.200	43.100	43.100	0.0
0.08	43.300	26.800	0.200	26.600	43.100	0.5
0.17	43.300	14.100	0.200	13.900	43.100	1.1
0.25	43.300	9.400	0.200	9.200	43.100	1.5
0.33	43.300	7.200	0.200	7.000	43.100	1.8176
0.42	43.300	6.300	0.200	6.100	43.100	1.9552
0.50	43.300	5.200	0.200	5.000	43.100	2.1541
0.58	43.300	2.900	0.200	2.700	43.100	2.7703
0.67	43.300	2.400	0.200	2.200	43.100	2.9751
0.75	43.300	1.800	0.200	1.600	43.100	3.2935
0.83	43.300	0.900	0.200	0.700	43.100	4.1202
0.92	43.300	0.800	0.200	0.600	43.100	4.2743
1.00	43.300	0.700	0.200	0.500	43.100	4.4567
1.08	43.300	0.200	0.200	0.000	43.100	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.2261x + 0.2261$, dapat dilihat pada gambar 23.



Gambar 23. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,2261$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 4,423$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_i = 0,20 + (43,30 - 0,20) 2,71828^{-4,423 \cdot 0}$$

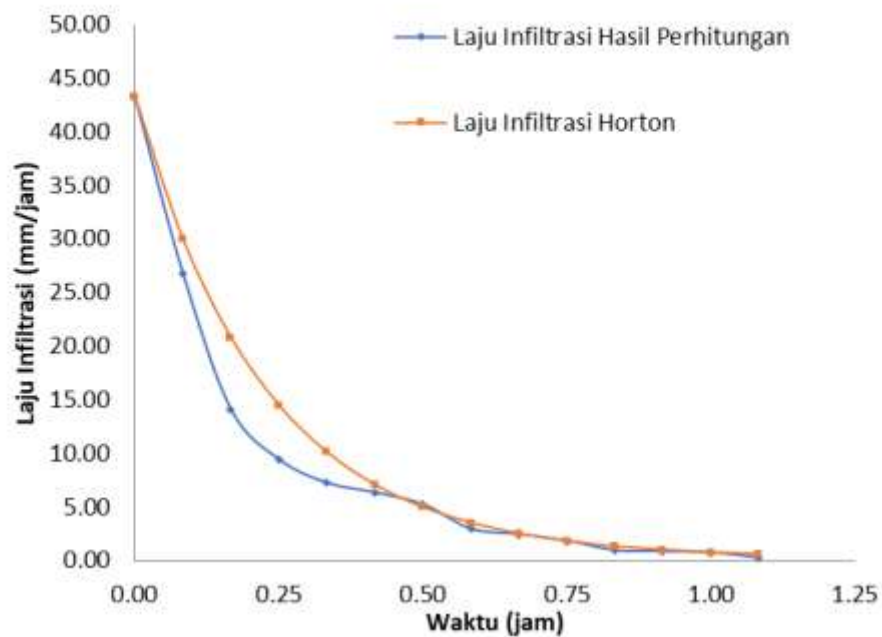
$$f_i = 43,30 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 19. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₅ F₄

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	43.300	43.300
0.08	26.800	30.013
0.17	14.100	20.823
0.25	9.400	14.465
0.33	7.200	10.068
0.42	6.300	7.026
0.50	5.200	4.921
0.58	2.900	3.466
0.67	2.400	2.459
0.75	1.800	1.763
0.83	0.900	1.281
0.92	0.800	0.948
1.00	0.700	0.717
1.08	0.200	0.558

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I₅ F₄

Dari gambar 24 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan keempat F_4 dengan t 1.08 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,20 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,558 mm/jam.

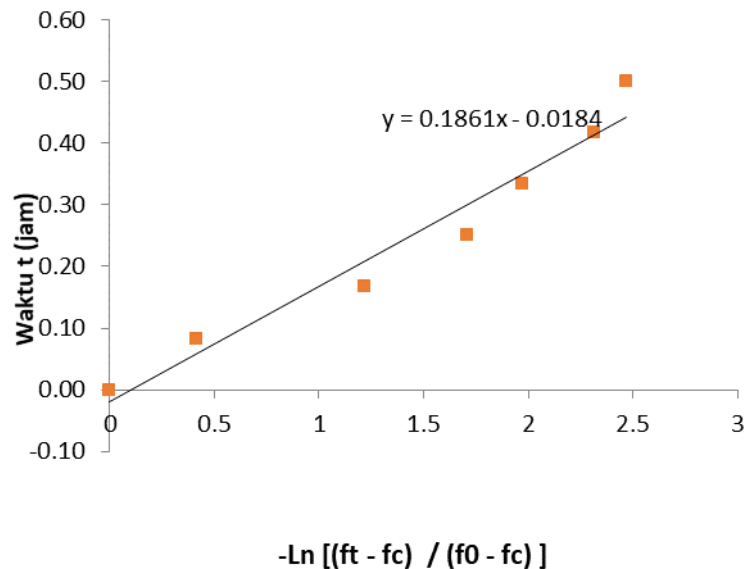
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_5 untuk frekuensi hujan kelima (F_5) pada saat t (ft), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 20. Perhitungan Parameter Infiltrasi $I_5 F_5$

Waktu	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
(jam)	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0.00	42.700	42.700	0.200	42.500	42.500	0.0
0.08	42.700	28.300	0.200	28.100	42.500	0.4
0.17	42.700	12.800	0.200	12.600	42.500	1.2
0.25	42.700	7.900	0.200	7.700	42.500	1.7
0.33	42.700	6.100	0.200	5.900	42.500	1.9746
0.42	42.700	4.400	0.200	4.200	42.500	2.3144
0.50	42.700	3.800	0.200	3.600	42.500	2.4686
0.58	42.700	3.100	0.200	2.900	42.500	2.6848
0.67	42.700	1.900	0.200	1.700	42.500	3.2189
0.75	42.700	1.100	0.200	0.900	42.500	3.8549
0.83	42.700	0.400	0.200	0.200	42.500	5.3589
0.92	42.700	0.200	0.200	0.000	42.500	
1.00	42.700	0.200	0.200	0.000	42.500	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.1861x + 0.0184$, dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 25. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,1861$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 5,373$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,20 + (42,70 - 0,20) 2,71828^{-5,373 \cdot 0}$$

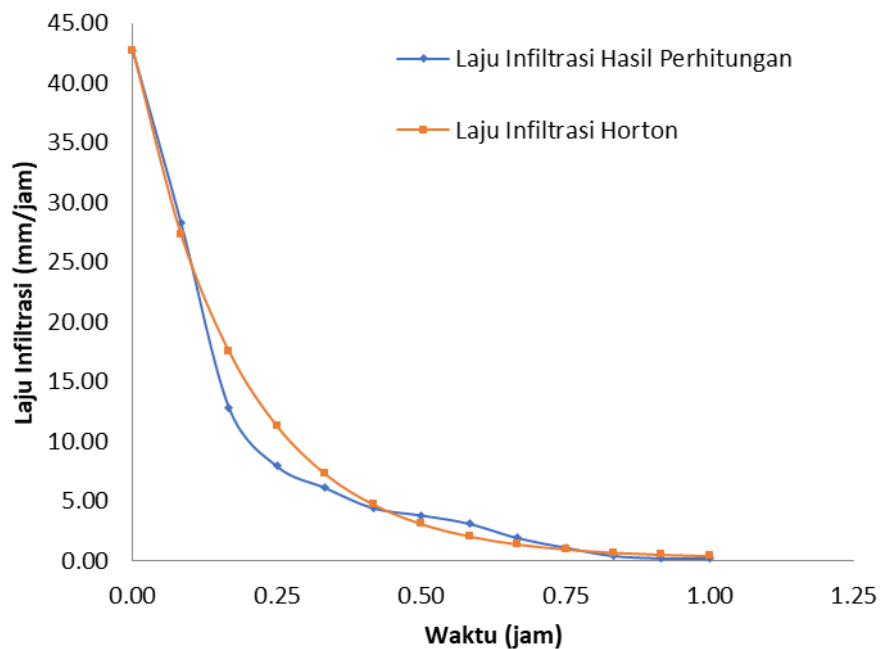
$$f_t = 42,70 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 21. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₅ F₅

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	42.700	42.700
0.08	28.300	27.359
0.17	12.800	17.556
0.25	7.900	11.291
0.33	6.100	7.288
0.42	4.400	4.729
0.50	3.800	3.094
0.58	3.100	2.050
0.67	1.900	1.382
0.75	1.100	0.955
0.83	0.400	0.683
0.92	0.200	0.508
1.00	0.200	0.397

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 26.



Gambar 26. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan Dan Metode Horton I₅ F₅

Dari gambar 26 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_5 , frekuensi hujan kelima F_5 dengan t 1.00 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,20 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,397 mm/jam.

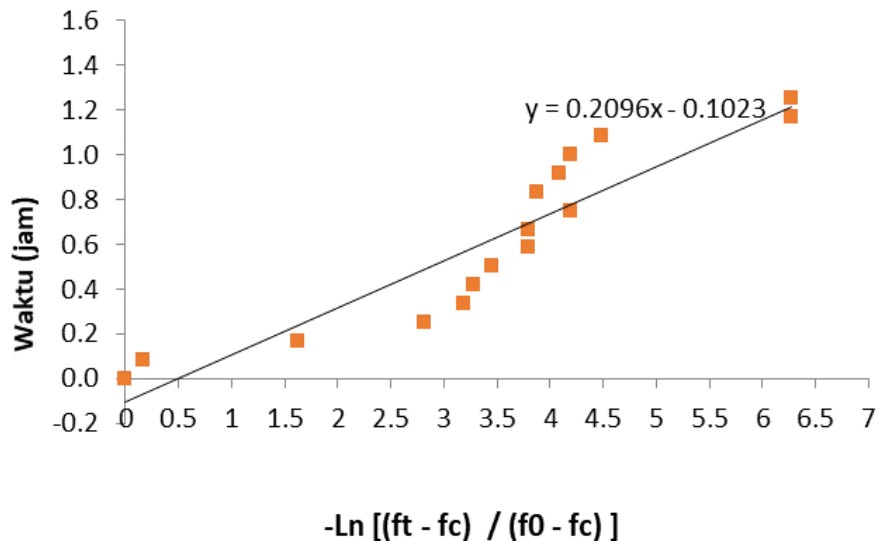
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{15} untuk frekuensi hujan pertama (F_1) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 22. Perhitungan Parameter Infiltrasi I_{15} F_1

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0.00	53.700	53.700	0.300	53.400	53.400	0.0
0.08	53.700	45.600	0.300	45.300	53.400	0.2
0.17	53.700	10.800	0.300	10.500	53.400	1.6
0.25	53.700	3.500	0.300	3.200	53.400	2.8
0.33	53.700	2.500	0.300	2.200	53.400	3.1894
0.42	53.700	2.300	0.300	2.000	53.400	3.2847
0.50	53.700	2.000	0.300	1.700	53.400	3.4472
0.58	53.700	1.500	0.300	1.200	53.400	3.7955
0.67	53.700	1.500	0.300	1.200	53.400	3.7955
0.75	53.700	1.100	0.300	0.800	53.400	4.2010
0.83	53.700	1.400	0.300	1.100	53.400	3.8825
0.92	53.700	1.200	0.300	0.900	53.400	4.0832
1.00	53.700	1.100	0.300	0.800	53.400	4.2010
1.08	53.700	0.900	0.300	0.600	53.400	4.4886
1.17	53.700	0.400	0.300	0.100	53.400	6.2804
1.25	53.700	0.400	0.300	0.100	53.400	6.2804
1.33	53.700	0.300	0.300	0.000	53.400	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.2096x + 0.1023$, dapat dilihat pada gambar 27.



Gambar 27. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,2096$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 4,771$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,30 + (53,70 - 0,30) 2,71828^{-4,771 \cdot t}$$

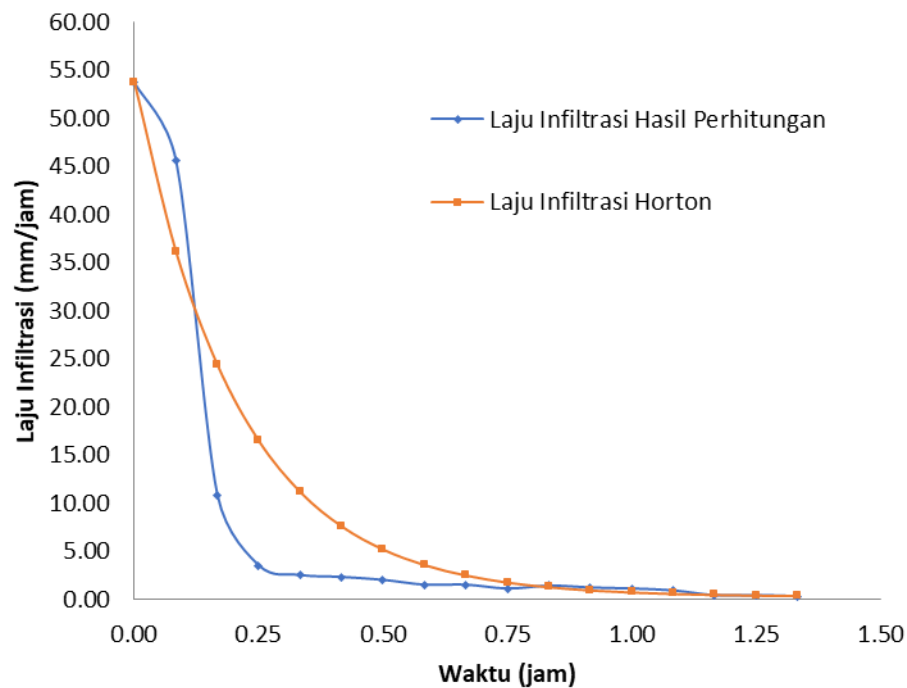
$$f_t = 53,70 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 23. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₁₅ F₁

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	53.700	53.700
0.08	45.600	36.182
0.17	10.800	24.410
0.25	3.500	16.501
0.33	2.500	11.186
0.42	2.300	7.615
0.50	2.000	5.215
0.58	1.500	3.603
0.67	1.500	2.519
0.75	1.100	1.791
0.83	1.400	1.302
0.92	1.200	0.973
1.00	1.100	0.752
1.08	0.900	0.604
1.17	0.400	0.504
1.25	0.400	0.437
1.33	0.300	0.392

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil pengamatan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 28.



Gambar 28. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan Dan Metode Horton $I_{15} F_1$

Dari gambar 28 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan pertama F_1 dengan t 1.33 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,30 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,392 mm/jam..

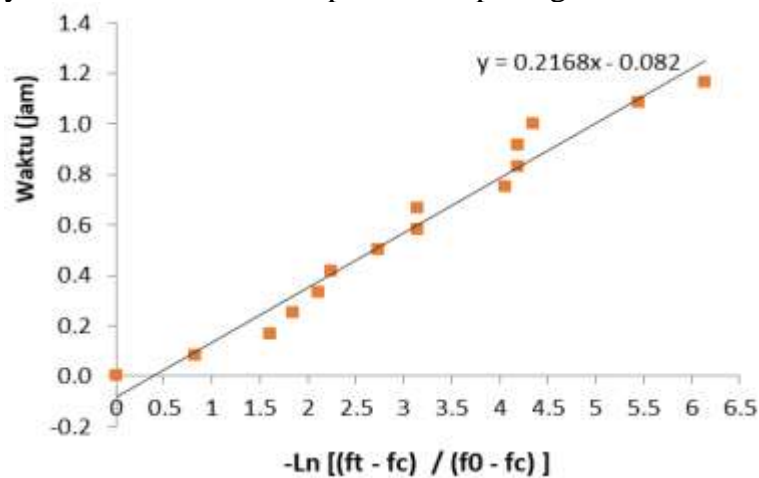
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{15} untuk frekuensi hujan kedua (F_2) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 24. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₁₅ F₂

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	46.800	46.800	0.500	46.300	46.300	0.0
0.08	46.800	20.700	0.500	20.200	46.300	0.8
0.17	46.800	9.800	0.500	9.300	46.300	1.6
0.25	46.800	7.800	0.500	7.300	46.300	1.8
0.33	46.800	6.100	0.500	5.600	46.300	2.1124
0.42	46.800	5.400	0.500	4.900	46.300	2.2459
0.50	46.800	3.500	0.500	3.000	46.300	2.7365
0.58	46.800	2.500	0.500	2.000	46.300	3.1420
0.67	46.800	2.500	0.500	2.000	46.300	3.1420
0.75	46.800	1.300	0.500	0.800	46.300	4.0583
0.83	46.800	1.200	0.500	0.700	46.300	4.1918
0.92	46.800	1.200	0.500	0.700	46.300	4.1918
1.00	46.800	1.100	0.500	0.600	46.300	4.3460
1.08	46.800	0.700	0.500	0.200	46.300	5.4446
1.17	46.800	0.600	0.500	0.100	46.300	6.1377
1.25	46.800	0.500	0.500	0.000	46.300	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.2168x + 0.082$, dapat dilihat pada gambar 29.



Gambar 29. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0.2168$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 4,613$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,50 + (46,80 - 0,50) 2,71828^{-4,613 \cdot t}$$

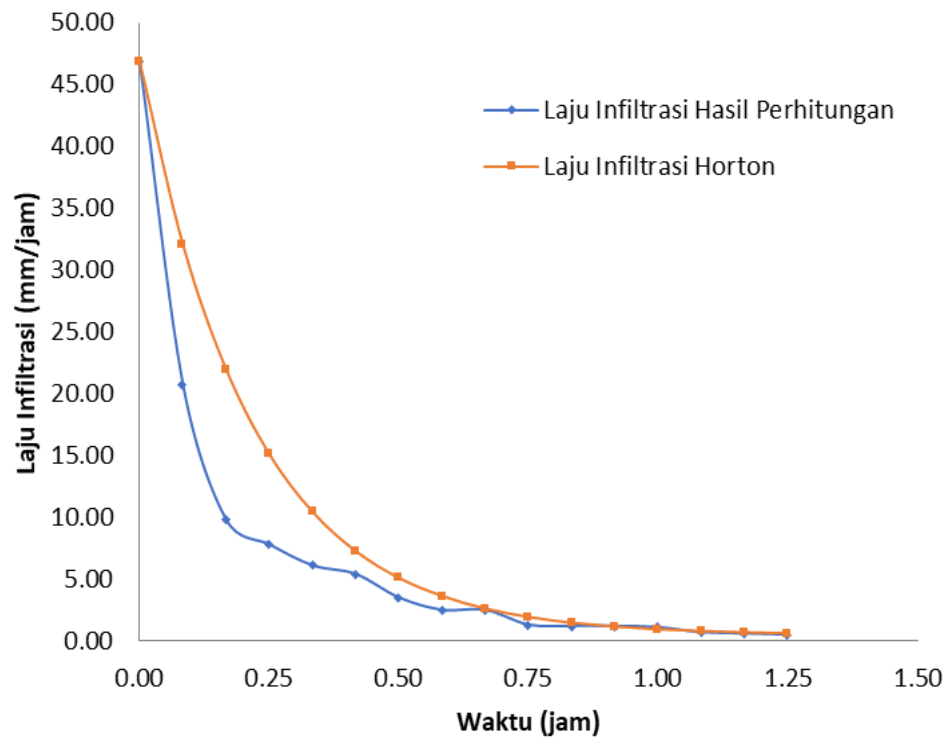
$$f_t = 46,80 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 25. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₁₅ F₂

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	46.800	46.800
0.08	20.700	32.024
0.17	9.800	21.964
0.25	7.800	15.114
0.33	6.100	10.451
0.42	5.400	7.275
0.50	3.500	5.113
0.58	2.500	3.641
0.67	2.500	2.639
0.75	1.300	1.956
0.83	1.200	1.491
0.92	1.200	1.175
1.00	1.100	0.960
1.08	0.700	0.813
1.17	0.600	0.713
1.25	0.500	0.645

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 30.



Gambar 30. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{15} F_2$

Dari gambar 30 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan kedua F_2 dengan t 1.25 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,50 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,645 mm/jam.

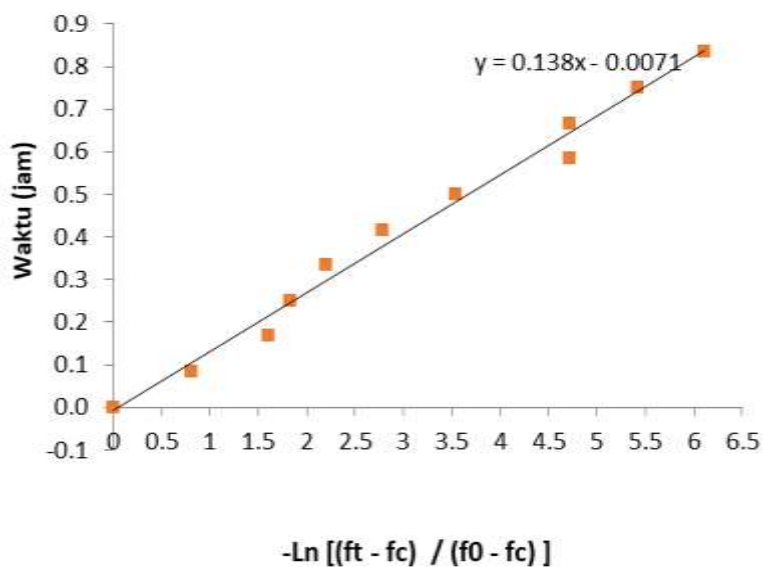
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{25} untuk frekuensi hujan ketiga (F_3) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 26. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₁₅ F₃

Waktu	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
(jam)	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	45.300	45.300	0.100	45.200	45.200	0.0
0.08	45.300	20.200	0.100	20.100	45.200	0.8
0.17	45.300	9.200	0.100	9.100	45.200	1.6
0.25	45.300	7.300	0.100	7.200	45.200	1.8
0.33	45.300	5.100	0.100	5.000	45.200	2.2017
0.42	45.300	2.900	0.100	2.800	45.200	2.7815
0.50	45.300	1.400	0.100	1.300	45.200	3.5487
0.58	45.300	0.500	0.100	0.400	45.200	4.7274
0.67	45.300	0.500	0.100	0.400	45.200	4.7274
0.75	45.300	0.300	0.100	0.200	45.200	5.4205
0.83	45.300	0.200	0.100	0.100	45.200	6.1137
0.92	45.300	0.100	0.100	0.000	45.200	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.138x + 0.0071$, dapat dilihat pada gambar 31.



Gambar 31. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,138$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 7,426$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,10 + (45,30 - 0,10) 2,71828^{-7,426 \cdot 0}$$

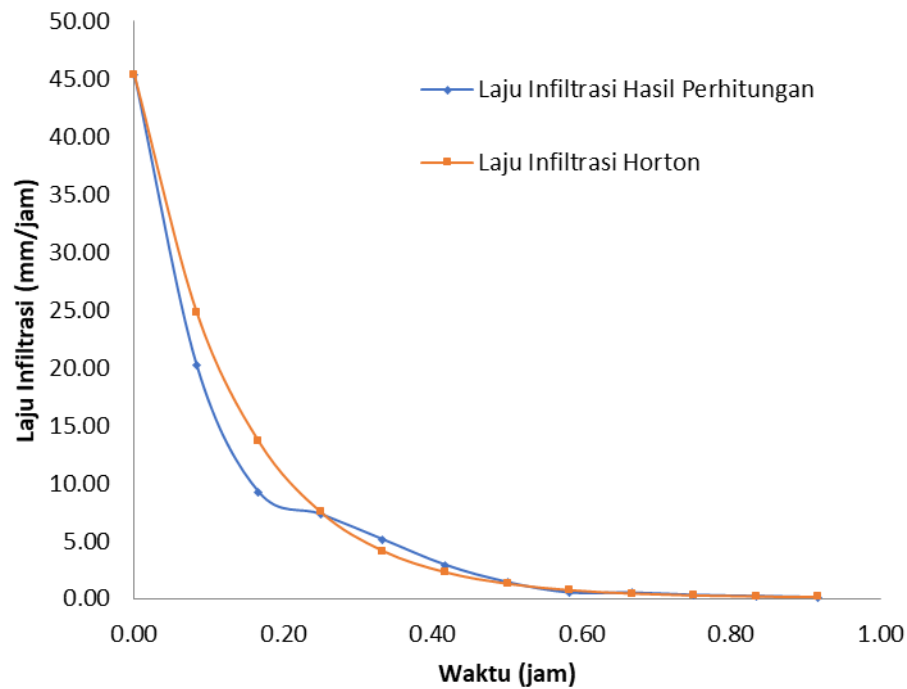
$$f_t = 45,30 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 27. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₁₅ F₃

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	45.300	45.300
0.08	20.200	24.811
0.17	9.200	13.609
0.25	7.300	7.485
0.33	5.100	4.138
0.42	2.900	2.307
0.50	1.400	1.307
0.58	0.500	0.760
0.67	0.500	0.461
0.75	0.300	0.297
0.83	0.200	0.208
0.92	0.100	0.159

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 32.



Gambar 32. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{15} F_3$

Dari gambar 32 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan ketiga F_3 dengan t 0,92 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,10 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,159 mm/jam.

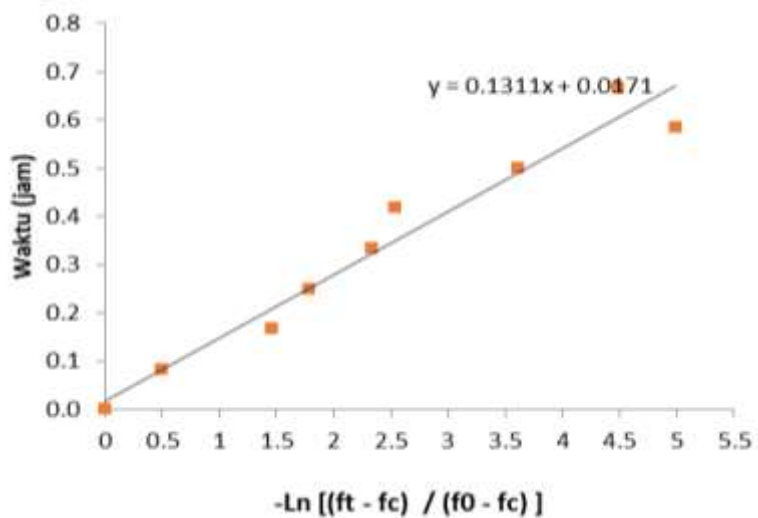
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{15} untuk frekuensi hujan keempat (F_4) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 28. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₁₅ F₄

Waktu	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
(jam)	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	44.400	44.400	0.100	44.300	44.300	0.0
0.08	44.400	26.900	0.100	26.800	44.300	0.5
0.17	44.400	10.400	0.100	10.300	44.300	1.5
0.25	44.400	7.500	0.100	7.400	44.300	1.8
0.33	44.400	4.400	0.100	4.300	44.300	2.3324
0.42	44.400	3.600	0.100	3.500	44.300	2.5382
0.50	44.400	1.300	0.100	1.200	44.300	3.6087
0.58	44.400	0.400	0.100	0.300	44.300	4.9950
0.67	44.400	0.600	0.100	0.500	44.300	4.4841
0.75	44.400	0.100	0.100	0.000	44.300	
0.83	44.400	0.100	0.100	0.000	44.300	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.1311x + 0.0171$, dapat dilihat pada gambar 33.

Gambar 33. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,1311$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 7,628$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,10 + (44,40 - 0,10) 2,71828^{-7,628 \cdot t}$$

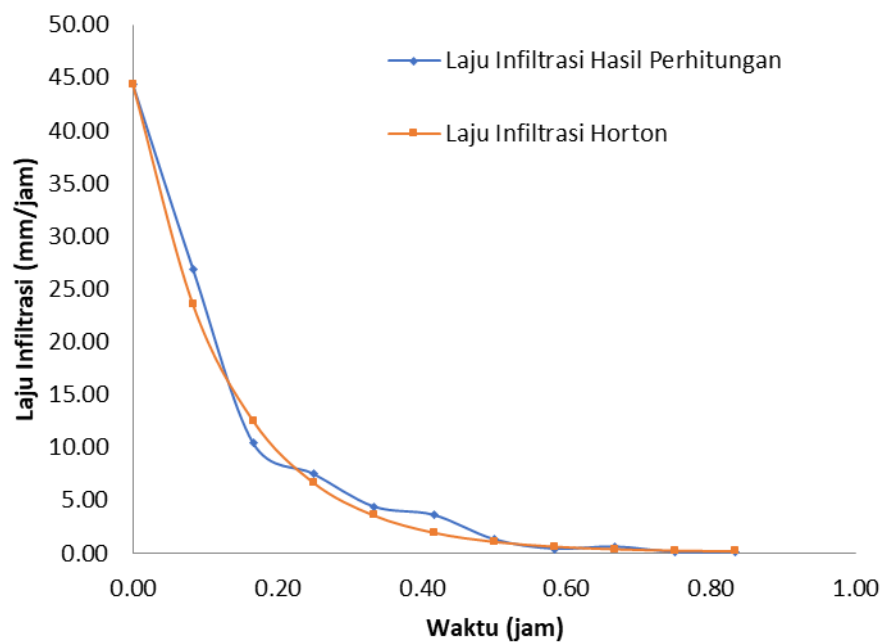
$$f_t = 44,40 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 29. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₁₅ F₄

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	44.400	44.400
0.08	26.900	23.561
0.17	10.400	12.525
0.25	7.500	6.680
0.33	4.400	3.585
0.42	3.600	1.945
0.50	1.300	1.077
0.58	0.400	0.618
0.67	0.600	0.374
0.75	0.100	0.245
0.83	0.100	0.177

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 34.



Gambar 34. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{15} F_4$

Dari gambar 34 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan keempat F_4 dengan t 0,83 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,10 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,177 mm/jam..

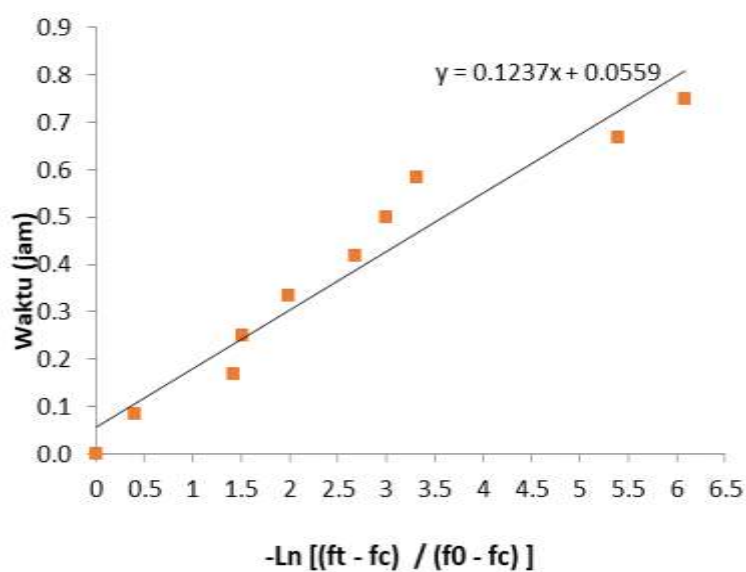
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{15} untuk frekuensi hujan kelima (F_5) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 30. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₁₅ F₅

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	44.100	44.100	0.200	43.900	43.900	0.0
0.08	44.100	29.400	0.200	29.200	43.900	0.4
0.17	44.100	10.800	0.200	10.600	43.900	1.4
0.25	44.100	9.900	0.200	9.700	43.900	1.5
0.33	44.100	6.200	0.200	6.000	43.900	1.9902
0.42	44.100	3.200	0.200	3.000	43.900	2.6833
0.50	44.100	2.400	0.200	2.200	43.900	2.9935
0.58	44.100	1.800	0.200	1.600	43.900	3.3119
0.67	44.100	0.400	0.200	0.200	43.900	5.3914
0.75	44.100	0.300	0.200	0.100	43.900	6.0845
0.83	44.100	0.200	0.200	0.000	43.900	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.1237x + 0.0559$, dapat dilihat pada gambar 35.

Gambar 35. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,1237$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 8,084$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,20 + (44,10 - 18.291) 0,20^{-8,084 \cdot 0}$$

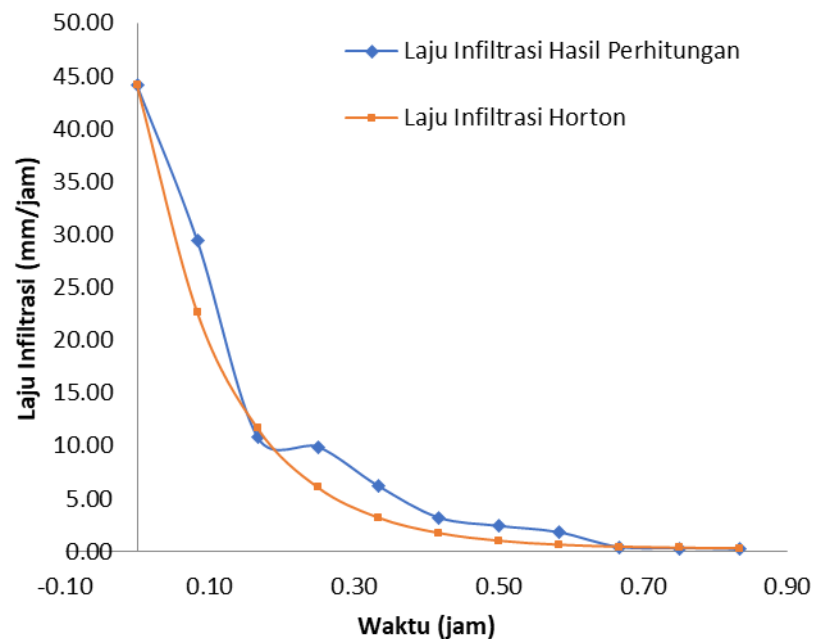
$$f_t = 44,10 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 31. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₁₅ F₅

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	44.100	44.100
0.08	29.400	22.582
0.17	10.800	11.611
0.25	9.900	6.018
0.33	6.200	3.166
0.42	3.200	1.712
0.50	2.400	0.971
0.58	1.800	0.593
0.67	0.400	0.400
0.75	0.300	0.302
0.83	0.200	0.252

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 36.



Gambar 36. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{15} F_5$

Dari gambar 36 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{15} , frekuensi hujan kelima F_5 dengan t 0,83 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,200 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,252 mm/jam.

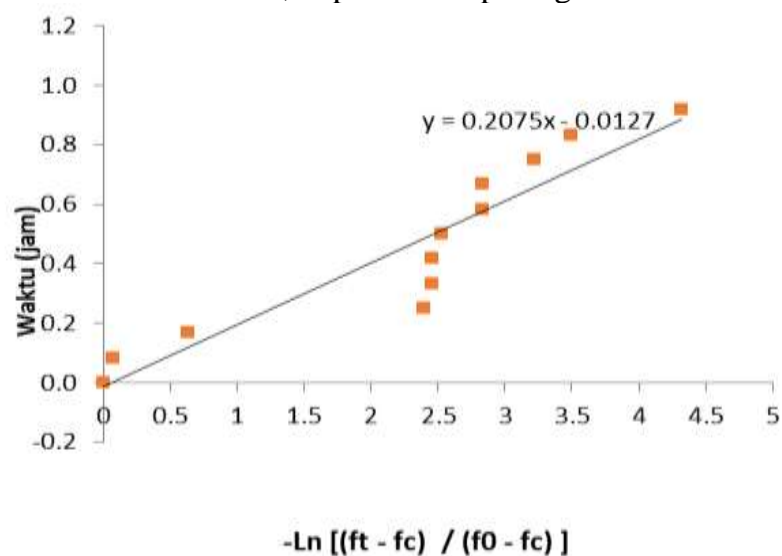
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{25} untuk frekuensi hujan pertama (F_1) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 32. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₂₅ F₁

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	55.100	55.100	2.500	52.600	52.600	0.0
0.08	55.100	51.500	2.500	49.000	52.600	0.1
0.17	55.100	30.300	2.500	27.800	52.600	0.6
0.25	55.100	7.300	2.500	4.800	52.600	2.4
0.33	55.100	7.000	2.500	4.500	52.600	2.4586
0.42	55.100	7.000	2.500	4.500	52.600	2.4586
0.50	55.100	6.700	2.500	4.200	52.600	2.5276
0.58	55.100	5.600	2.500	3.100	52.600	2.8313
0.67	55.100	5.600	2.500	3.100	52.600	2.8313
0.75	55.100	4.600	2.500	2.100	52.600	3.2208
0.83	55.100	4.100	2.500	1.600	52.600	3.4927
0.92	55.100	3.200	2.500	0.700	52.600	4.3194
1.00	55.100	2.500	2.500	0.000	52.600	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.2075x + 0.0127$, dapat dilihat pada gambar 37.

Gambar 37. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,2075$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 4,819$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 2,50 + (55,10 - 2,50) 2,71828^{-4,819 \cdot 0}$$

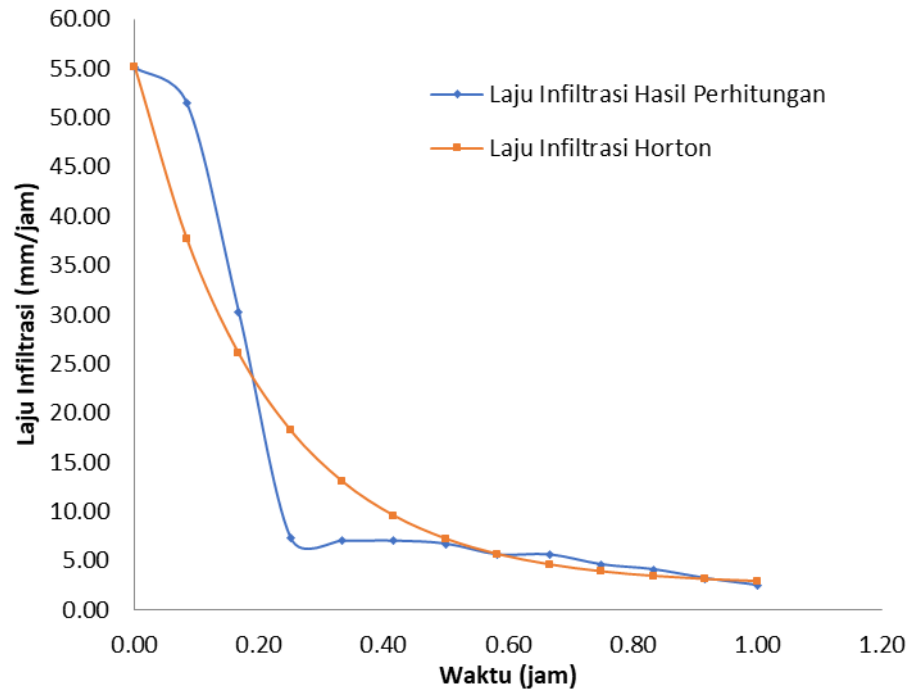
$$f_t = 55,10 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 33. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₂₅ F₁

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	55.100	55.100
0.08	51.500	37.702
0.17	30.300	26.059
0.25	7.300	18.267
0.33	7.000	13.052
0.42	7.000	9.562
0.50	6.700	7.226
0.58	5.600	5.663
0.67	5.600	4.617
0.75	4.600	3.917
0.83	4.100	3.448
0.92	3.200	3.134
1.00	2.500	2.925

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 37.



Gambar 38. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{25} F_1$

Dari gambar 37 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{25} , frekuensi hujan pertama F_1 dengan t 1,00 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 2,50 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 2,925 mm/jam.

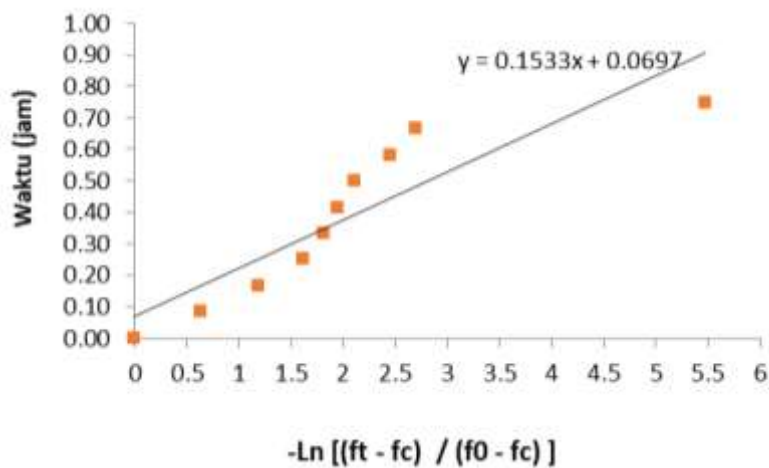
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{25} untuk frekuensi hujan kedua (F_2) pada saat t (ft), laju infiltrasi konstan (fc) dan hubungan antara ft dan fc yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 34. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₂₅ F₂

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	47.800	47.800	0.200	47.600	47.600	0.0
0.08	47.800	25.400	0.200	25.200	47.600	0.6
0.17	47.800	14.700	0.200	14.500	47.600	1.2
0.25	47.800	9.700	0.200	9.500	47.600	1.6
0.33	47.800	8.000	0.200	7.800	47.600	1.8087
0.42	47.800	7.000	0.200	6.800	47.600	1.9459
0.50	47.800	6.000	0.200	5.800	47.600	2.1050
0.58	47.800	4.300	0.200	4.100	47.600	2.4518
0.67	47.800	3.400	0.200	3.200	47.600	2.6997
0.75	47.800	0.400	0.200	0.200	47.600	5.4723
0.83	47.800	0.200	0.200	0.000	47.600	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.1533x + 0.0697$, dapat dilihat pada gambar 39.



Gambar 39. Hubungan Antara Waktu dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,1533$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 6,523$.

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 0,20 + (47,80 - 0,20) 2,71828^{-6,523 \cdot t}$$

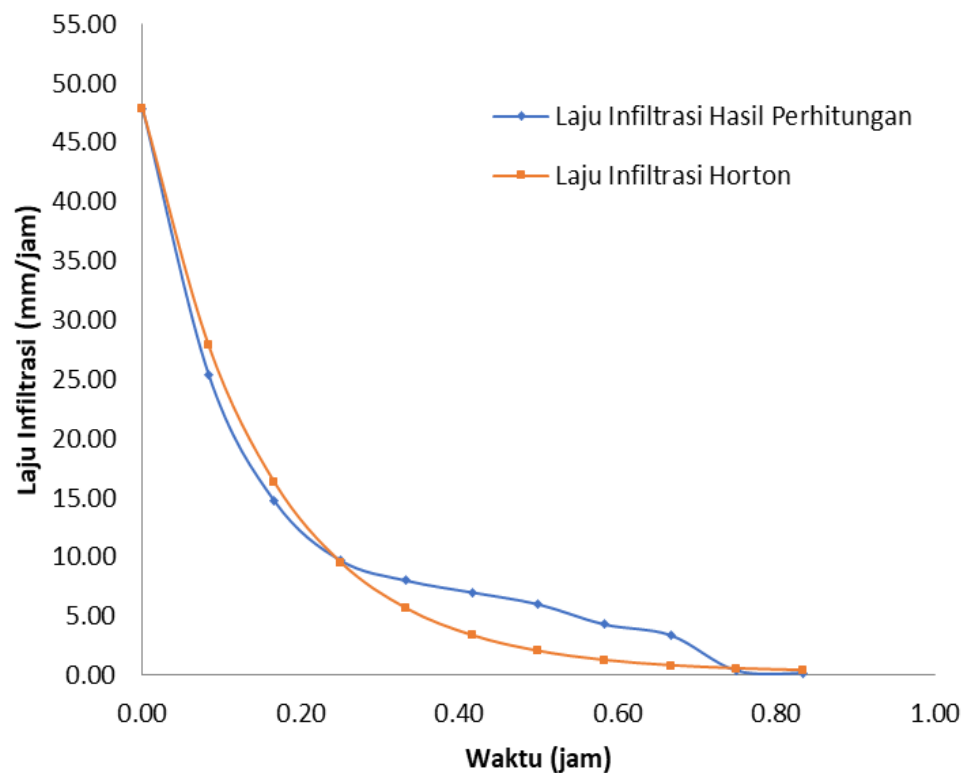
$$f_t = 47,80 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 35. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{25} F_2$

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	47.800	47.800
0.08	25.400	27.839
0.17	14.700	16.249
0.25	9.700	9.519
0.33	8.000	5.611
0.42	7.000	3.342
0.50	6.000	2.024
0.58	4.300	1.259
0.67	3.400	0.815
0.75	0.400	0.557
0.83	0.200	0.407

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 40.



Gambar 40. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton $I_{25} F_2$

Dari gambar 40 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{25} , frekuensi hujan kedua F_2 dengan t 0,83 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 0,20 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 0,407 mm/jam.

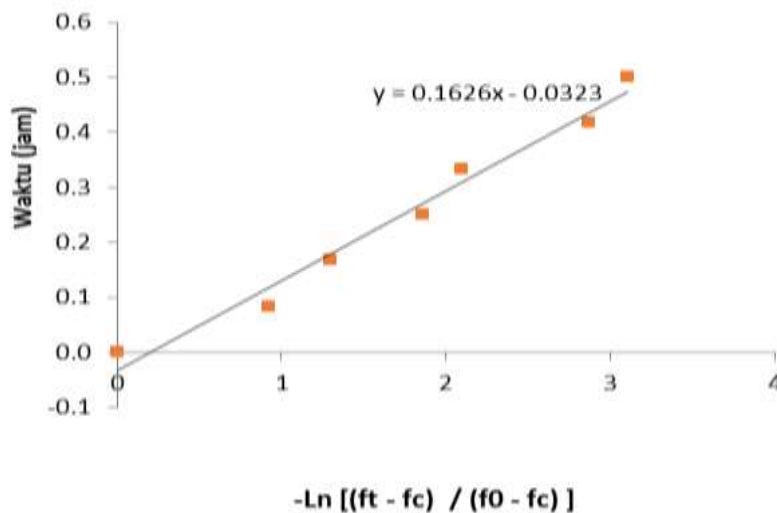
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{25} untuk frekuensi hujan ketiga (F_3) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 36. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₂₅ F₃

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	46.400	46.400	4.000	42.400	42.400	0.0
0.08	46.400	20.900	4.000	16.900	42.400	0.9
0.17	46.400	15.600	4.000	11.600	42.400	1.3
0.25	46.400	10.600	4.000	6.600	42.400	1.9
0.33	46.400	9.200	4.000	5.200	42.400	2.0985
0.42	46.400	6.400	4.000	2.400	42.400	2.8717
0.50	46.400	5.900	4.000	1.900	42.400	3.1053
0.58	46.400	4.000	4.000	0.000	42.400	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.1626x + 0.0323$, dapat dilihat pada gambar 41.



Gambar 41. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,1626$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 6,150$

Selanjutnya nilai k dimasukkan ke dalam persamaan model Horton sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

$$f_t = 4,00 + (46,40 - 4,00) 2,71828^{-6,150.0}$$

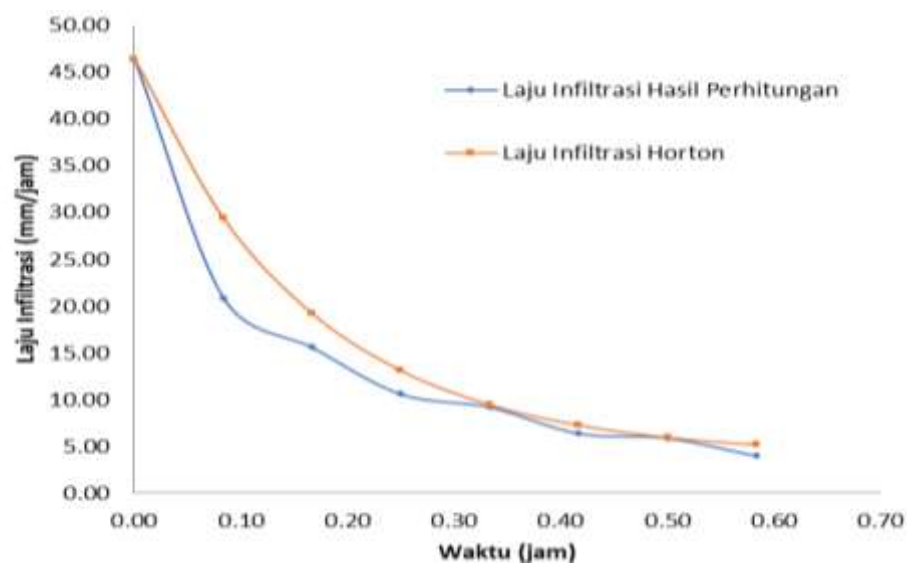
$$f_t = 46,40 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 37. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₂₅ F₃

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	46.400	46.400
0.08	20.900	29.397
0.17	15.600	19.213
0.25	10.600	13.112
0.33	9.200	9.458
0.42	6.400	7.269
0.50	5.900	5.958
0.58	4.000	5.173

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 42.



Gambar 42. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I₂₅ F₃

Dari gambar 42 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{25} , frekuensi hujan ketiga F_3 dengan t 0,58 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 4,0 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 5,173 mm/jam.

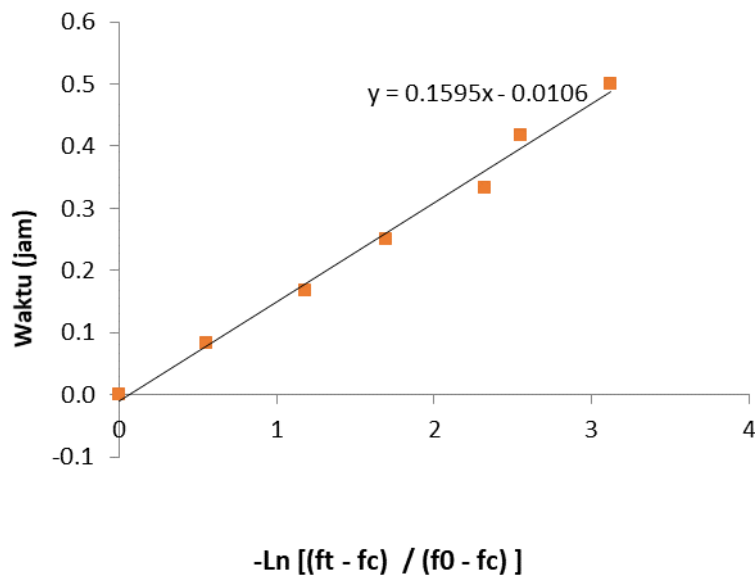
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{25} untuk frekuensi hujan keempat (F_4) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 38. Perhitungan Parameter infiltrasi I_{25} F_4

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f_0	f_t	f_c	$f_t - f_c$	$f_0 - f_c$	$-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$
0.00	45.400	45.400	4.500	40.900	40.900	0.0
0.08	45.400	28.000	4.500	23.500	40.900	0.6
0.17	45.400	17.000	4.500	12.500	40.900	1.2
0.25	45.400	12.000	4.500	7.500	40.900	1.7
0.33	45.400	8.500	4.500	4.000	40.900	2.3248
0.42	45.400	7.700	4.500	3.200	40.900	2.5480
0.50	45.400	6.300	4.500	1.800	40.900	3.1233
0.58	45.400	4.500	4.500	0.000	40.900	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.1595x + 0.0106$, dapat dilihat pada gambar 43.



Gambar 43. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\ln [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

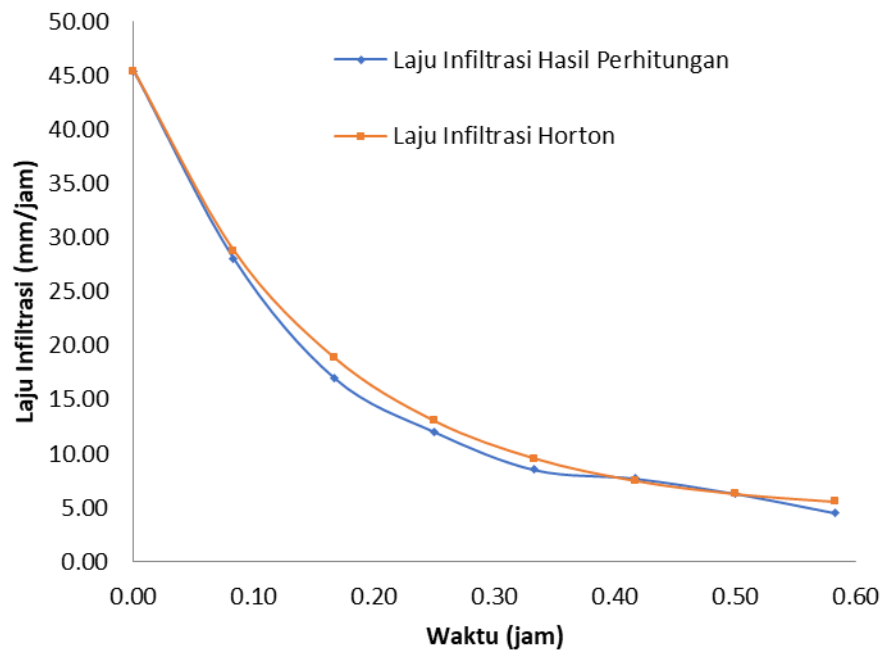
Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0.1595$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 6,720$.

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 39. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton $I_{25} F_4$

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	45.400	45.400
0.08	28.000	28.756
0.17	17.000	18.885
0.25	12.000	13.031
0.33	8.500	9.559
0.42	7.700	7.501
0.50	6.300	6.280
0.58	4.500	5.555

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 44.



Gambar 44. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I_{25} F_4

Dari gambar 44 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I_{25} , frekuensi hujan keempat F_4 dengan t 0,58 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 4,50 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 5,555 mm/jam.

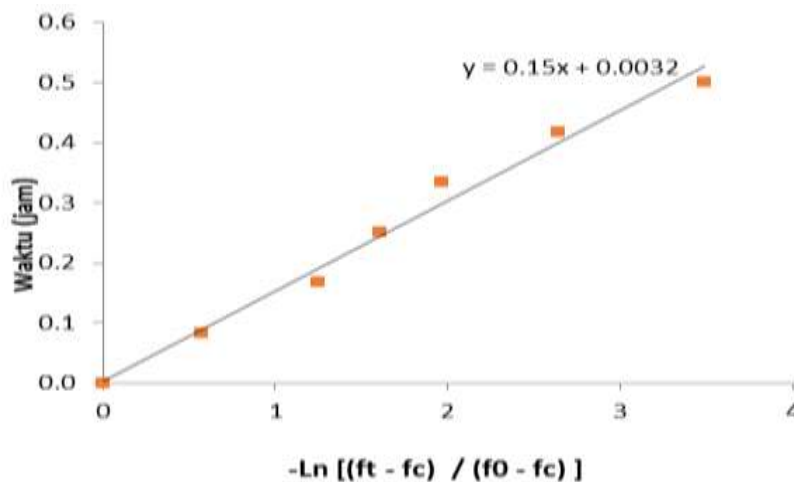
Tabel dibawah ini menunjukkan laju infiltrasi untuk I_{25} untuk frekuensi hujan kelima (F_5) pada saat t (f_t), laju infiltrasi konstan (f_c) dan hubungan antara f_t dan f_c yang diamati setiap 5 menit sampai infiltrasi dianggap konstan.

Tabel 40. Perhitungan Parameter Infiltrasi I₂₅ F₅

Waktu (jam)	Perhitungan Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)					
	f ₀	f _t	f _c	f _t - f _c	f ₀ - f _c	-Ln [(f _t - f _c) / (f ₀ - f _c)]
0.00	45.000	45.000	5.700	39.300	39.300	0.0
0.08	45.000	27.900	5.700	22.200	39.300	0.6
0.17	45.000	17.000	5.700	11.300	39.300	1.2
0.25	45.000	13.600	5.700	7.900	39.300	1.6
0.33	45.000	11.200	5.700	5.500	39.300	1.9665
0.42	45.000	8.500	5.700	2.800	39.300	2.6416
0.50	45.000	6.900	5.700	1.200	39.300	3.4889
0.58	45.000	5.700	5.700	0.000	39.300	

Dari tabel atas diplot hubungan t (waktu) dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$y = 0.15x + 0.0032$, dapat dilihat pada gambar 45.

Gambar 45. Kurva Hubungan Antara Waktu dan $-\text{Ln} [(f_t - f_c) / (f_0 - f_c)]$

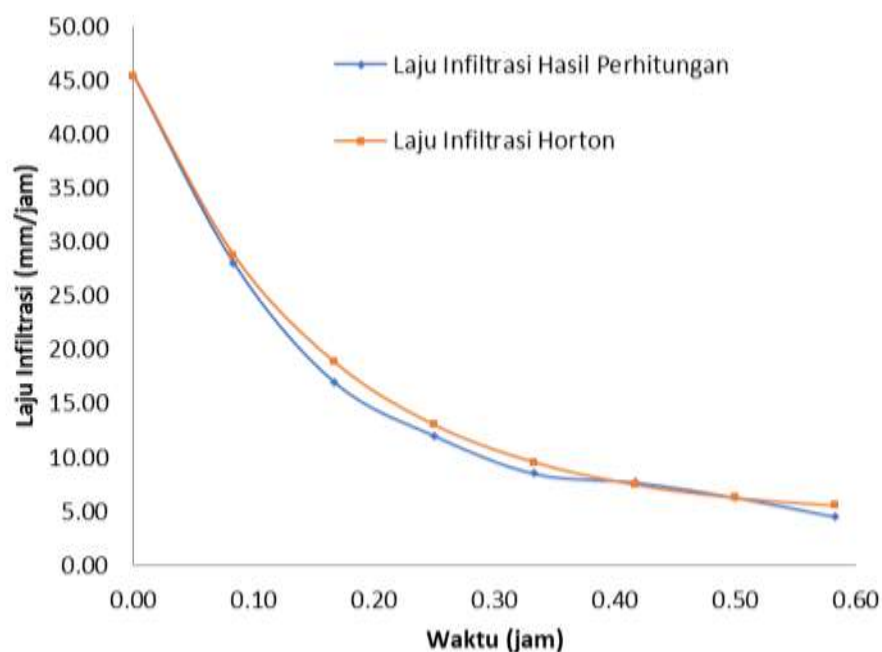
Dari persamaan linear tersebut diatas diperoleh nilai $m = 0,15$ dengan menggunakan rumus $m = \left(\frac{1}{k}\right)$ maka didapat nilai $k = 6,667$.

Untuk perhitungan nilai infiltrasi Horton selanjutnya dapat diperoleh dalam tabel berikut.

Tabel 41. Nilai Infiltrasi Hasil Perhitungan dan Horton I₂₅ F₅

Waktu (jam)	Laju Infiltrasi Hasil Perhitungan (mm/jam)	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)
0	45.000	45.000
0.08	27.900	28.249
0.17	17.000	18.637
0.25	13.600	13.123
0.33	11.200	9.959
0.42	8.500	8.144
0.50	6.900	7.102
0.58	5.700	6.504

Selanjutnya perbandingan nilai infiltrasi antara hasil perhitungan dan metode Horton dapat dilihat pada gambar 46.



Gambar 46. Perbandingan Nilai Laju Infiltrasi Antara Hasil Perhitungan dan Metode Horton I₂₅ F₅

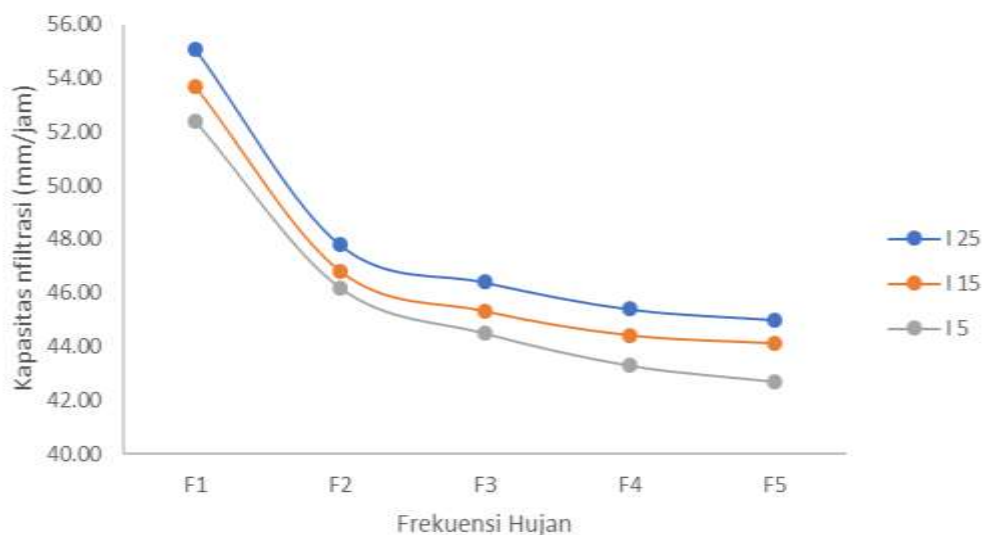
Dari gambar 46 dinyatakan bahwa untuk intensitas curah hujan I₂₅, frekuensi hujan kelima F₅ dengan t 0,58 jam untuk laju infiltrasi perhitungan 5,70 mm/jam, sedangkan untuk laju infiltrasi horton menunjukkan 6,504 mm/jam.

E. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

Penyajian data dan analisis kapasitas infiltrasi dapat dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi intensitas curah hujan rencana I_5 , I_{15} dan I_{25} dan lima variasi frekuensi hujan. Uraian mengenai hasil perbandingan dari proses tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 42. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

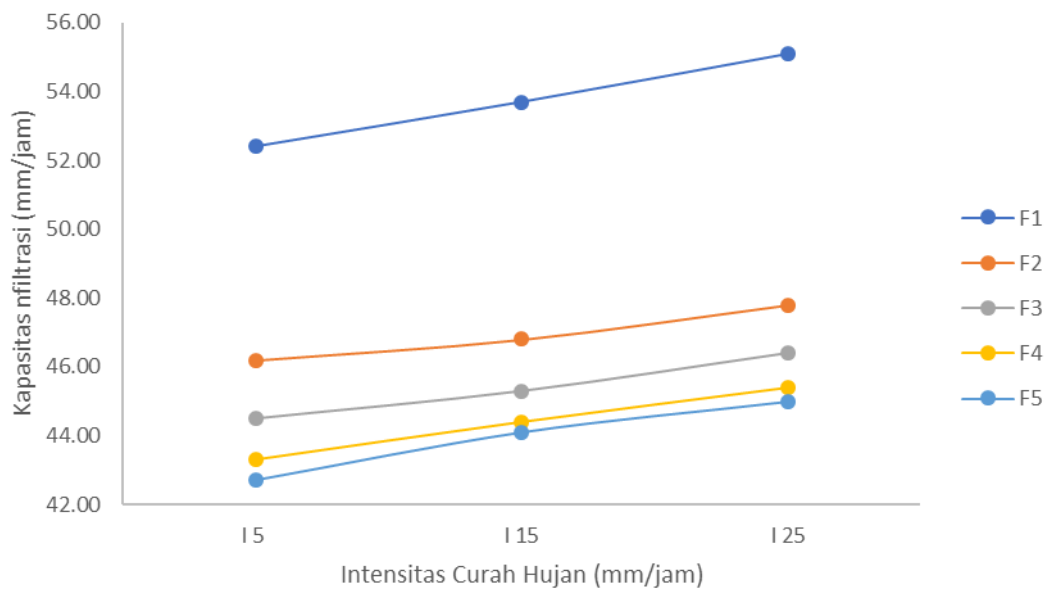
Frekuensi Hujan, F	Kapasitas Infiltrasi Pada Intensitas Curah Hujan, I		
	I_5	I_{15}	I_{25}
	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
F ₁	52.40	53.70	55.10
F ₂	46.20	46.80	47.80
F ₃	44.50	45.30	46.40
F ₄	43.30	44.40	45.40
F ₅	42.70	44.10	45.00



Gambar 47. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan

Tabel 43. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Variasi Antara Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Kapasitas Infiltrasi Pada Frekuensi Curah Hujan, F				
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
I ₅	52.40	3.21	3.09	3.01	2.97
I ₁₅	53.70	3.25	3.15	3.08	3.06
I ₂₅	55.10	3.32	3.22	3.15	3.13



Gambar 48. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

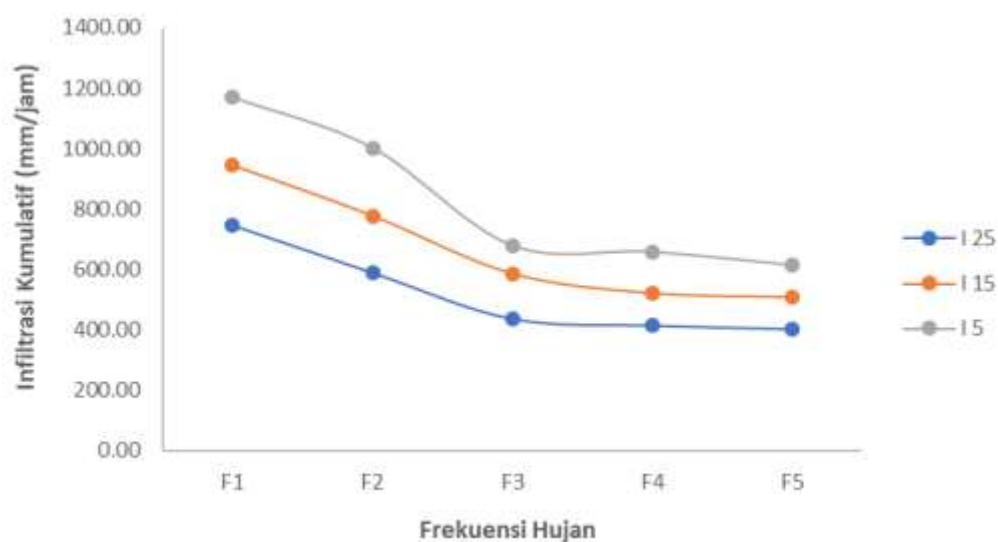
Dari gambar 47 dan 48 dinyatakan bahwa seiring dengan peningkatan intensitas curah hujan, kapasitas infiltrasi yang dihasilkan juga meningkat. Sebaliknya semakin banyak frekuensi hujan yang terjadi maka kapasitas infiltrasi yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena bertambahnya frekuensi hujan yang terjadi maka bertambah pula kepadatan tanah.

F. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

Penyajian data dan analisis infiltrasi kumulatif dapat dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi intensitas curah hujan rencana I_5 , I_{15} dan I_{25} dan lima variasi frekuensi hujan. Uraian mengenai hasil perbandingan dari proses tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 44. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

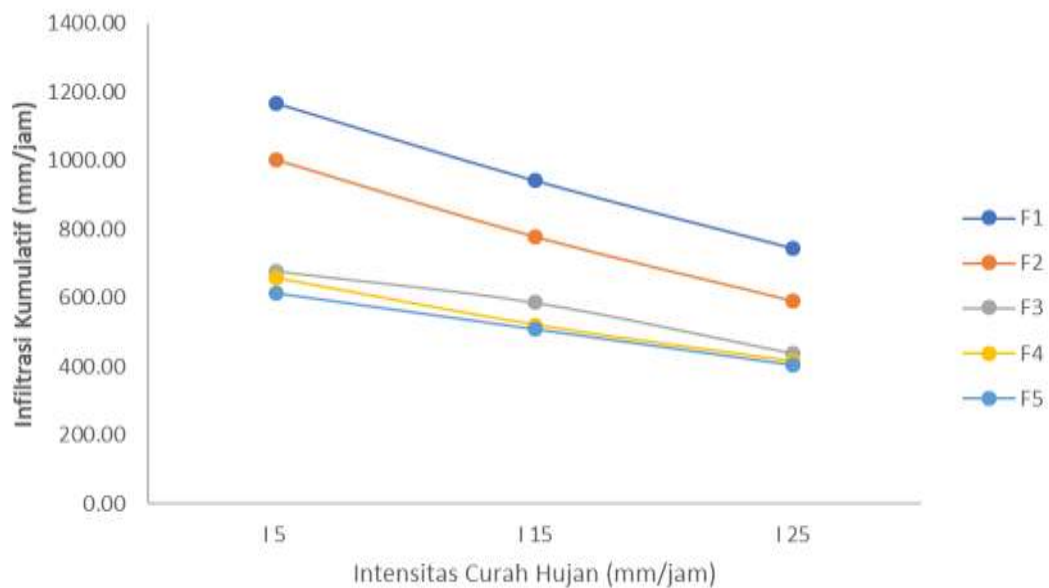
Frekuensi Hujan, F	Infiltrasi Kumulatif Pada Intensitas Curah Hujan, I		
	I_5	I_{15}	I_{25}
	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
F ₁	1168.80	943.80	746.20
F ₂	1001.50	777.50	590.10
F ₃	678.20	586.50	437.80
F ₄	657.40	521.90	415.40
F ₅	613.00	508.70	404.20



Gambar 49. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

Tabel 45. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan

Intensitas Curah Hujan I (mm/jam)	Infiltrasi Kumulatif Pada Frekuensi Curah Hujan, F				
	F ₁	F ₁	F ₁	F ₁	F ₁
	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
I ₅	1168.80	1001.50	678.20	657.40	613.00
I ₁₅	943.80	777.50	586.50	521.90	508.70
I ₂₅	746.20	590.10	437.80	415.40	404.20



Gambar 50. Perbandingan Infiltrasi Kumulatif Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

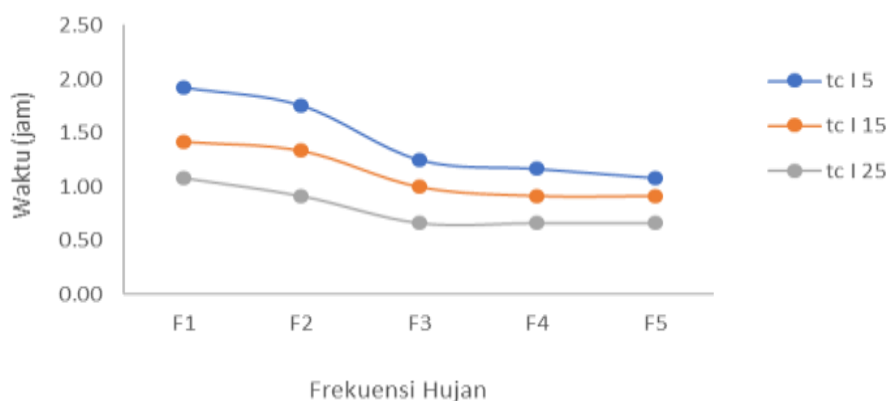
Dari tabel gambar 49 dan 50 dinyatakan bahwa seiring dengan peningkatan intensitas curah hujan, infiltrasi kumulatif yang dihasilkan menurun. Demikian juga semakin banyak jumlah frekuensi hujan yang terjadi maka infiltrasi kumulatif yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi intensitas curah hujan dan makin bertambahnya jumlah frekuensi yang terjadi maka waktu konstan semakin cepat.

G. Perbandingan Waktu Konstan Dan Waktu Ending Antara Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan

Penyajian data dan analisis waktu konstan dapat dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi intensitas curah hujan rencana I_5 , I_{15} dan I_{25} dan lima variasi frekuensi hujan. Uraian mengenai hasil perbandingan dari proses tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 46. Perbandingan Waktu Konstan Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan

Frekuensi Curah Hujan F	Waktu Konstan Pada Intensitas Curah Hujan I		
	I_5 (jam)	I_{15} (jam)	I_{25} (jam)
F ₁	1.92	1.42	1.08
F ₂	1.75	1.33	0.92
F ₃	1.25	1.00	0.67
F ₄	1.17	0.92	0.67
F ₅	1.08	0.92	0.67



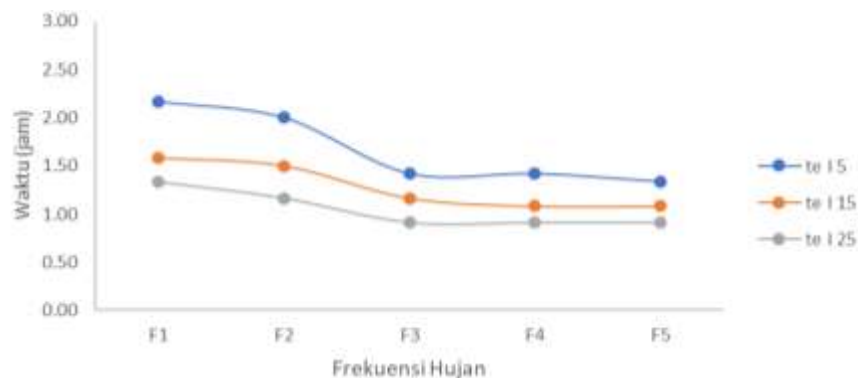
Gambar 51. Perbandingan Waktu Infiltrasi Konstan Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan

Dari gambar 51 dinyatakan bahwa intensitas curah hujan tidak berbanding lurus terhadap waktu infiltrasi konstan. Dimana waktu infiltrasi konstan yang terjadi pada tiap intensitas curah hujan adalah terjadi penurunan. Demikian juga jumlah frekuensi hujan yang terjadi tidak berbanding lurus

terhadap waktu infiltrasi konstan. Dimana waktu infiltrasi konstan yang terjadi pada tiap jumlah frekuensi hujan adalah hampir sama bahkan terkadang terjadi penurunan disalah satu frekuensi hujan berturut-turut.

Tabel 47. Perbandingan Waktu Infiltrasi Ending Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan

Frekuensi Curah Hujan F	Waktu Ending Pada Intensitas Curah Hujan I		
	I ₅	I ₁₅	I ₂₅
	(jam)	(jam)	(jam)
F ₁	2.17	1.58	1.33
F ₂	2.00	1.50	1.17
F ₃	1.42	1.17	0.92
F ₄	1.42	1.08	0.92
F ₅	1.33	1.08	0.92



Gambar 52. Perbandingan Waktu Infiltrasi Ending Dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Dan Variasi Frekuensi Hujan

Dari gambar 52 dinyatakan bahwa intensitas curah hujan tidak berbanding lurus terhadap waktu infiltrasi ending. Dimana waktu infiltrasi ending yang terjadi pada tiap intensitas curah hujan adalah terjadi penurunan. Demikian juga jumlah frekuensi hujan yang terjadi tidak berbanding lurus terhadap waktu infiltrasi ending. Dimana waktu infiltrasi ending yang terjadi pada tiap jumlah frekuensi hujan adalah hampir sama bahkan terkadang terjadi penurunan disalah satu frekuensi hujan berturut-turut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Laju dan kapasitas infiltrasi pada tanah *common soil* meningkat berbanding lurus dengan meningkatnya intensitas curah hujan, semakin tinggi intensitas curah hujan semakin tinggi pula infiltrasi yang terjadi pada tingkat frekuensi hujan yang sama.
2. Laju dan kapasitas infiltrasi pada tanah *common soil* menurun berbanding lurus dengan bertambahnya frekuensi hujan, semakin banyak frekuensi hujan semakin kecil infiltrasi yang terjadi pada tingkat intensitas hujan yang sama.

B. Saran

Dalam penelitian ini digunakan intensitas curah hujan wilayah Makassar, dengan periode intensitas curah hujan berulang I_5 , I_{15} , dan I_{25} , menggunakan lima kali frekuensi hujan, dan menggunakan jenis tanah *common soil*, disarankan pada penelitian berikutnya menggunakan intensitas curah hujan wilayah yang berbeda, dan jenis tanah yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, MS, 2010. *Modul Klimatologi*. Jawa Timur: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Aziz Alimul, Hidayat. 2007. *Metode Penelitian dan Teknik Analisis Data*. Salemba Medika. Jakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2006. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Bambang Triatmodjo, 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Daryanto, 2004. *Masalah Pencemaraan*. Bandung : PT. Tarsito
- Hadisusanto, N. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Mediautama. Yogyakarta.
- Hakim, dkk., 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung., Lampung.
- Hardiyatmo, Hary C. 2012. *Mekanika Tanah 1*. Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Septian Ivandri P .2014. *Analisa Kajian Banjir dengan Sumur Resapan Dan Lubang Biopori Pada Kawasan Perumahan Griya Insan Mulia, Kecamatan Medan Sunggal*. Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Usu
- Januar, Riza M. 1998. *Evaluasi Persamaan Infiltrasi Kostiakov Dan Philip Secara Empirik Untuk Tanah Regosol Coklat Kekelabuan*. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Bogor
- Jati Kuncoro Munaljid. 2015. *Aplikasi Model Infiltrasi pada Tanah Dengan Model Kostiyacov dan Model Horton (Uji Model Laboratorium)*.

- Moh. Nazir. (1998). *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. 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.
- Obus. *Basic Hidrology Study System*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Seyhan. E.1990. *Dasar-dasar Hidrologi* (terjemahan), Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soemarto C.D., 1986, *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Soemarto C.D., 1995, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*: Penerbit Nova, Bandung
- Sosrodarsono, S. dan Takeda. 2006. *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Pramita, Jakarta.
- Sri Harto Br, 1993. *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sugiyono, 2011. *Memahami Penelitian Kualitatif*. ALFABETA. Bandung.
- Suripin. 2004. *Pengembangan Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta
- Sutedjo, M. M. dan A. G. Kartasapoetra. 2002. *Pengantar Ilmu Tanah*. Cetakan Ketiga. Rineka Cipta. Jakarta.

L A M P I R A N

- 1. Lampiran A Karakteristik Tanah**
- 2. Lampiran B Perhitungan Intensitas Curah Hujan**
- 3. Dokumentasi**



LAMPIRAN A
DATA PENGAMATAN LAPANGAN

Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 17 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahanra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

SAND CONE TEST

Nomor Titik		
Berat botol + corong kosong (W1)	Gram	729
Berat Botol+Corong air (W2)	Gram	4897
Berat botol +pasir + corong (W3)	Gram	6643
Berat sisa pasir+ botol + corong (W4)	Gram	1875
Berat tanah basah + kaleng lapangan (W5)	Gram	4371
Berat kosong kaleng lapangan (W6)	Gram	0
Berat tanah basah dalam lubang $W = W5 - W6$	Gram	4371
Berat Pasir di corong (wf)	Gram	1275
Berat sisa pasir dilubang $W7 = (W3 - W4) - Wf$	Gram	3493
Berat Isi pasir ($\gamma_{sand} = w3-w1/w2-w1$)	gr/cm ³	1,418906
Volume sisa pasir dilubang, $V = W7 / \gamma_{sand}$	cm ³	2461,756
Berat isi tanah basah $\gamma_w = W / V$	gr/cm ³	1,77
Berat isi tanah kering $\gamma_d = \gamma_w / (1 + w)$	gr/cm ³	1,505

Data Kompaksi:

Kadar air optimun (w) = 34 %

Berat Isi kering Lab (γ_{lab}) = 2,1 gr/cm³

Derajat Kepadatan = $\frac{\gamma_d \text{ Lap}}{\gamma_d \text{ Lab}} \times 100 \% = \frac{1,505}{2,1} \times 100 \% = 71,67 \%$

DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar

Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Laboratorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Hj. Nurnawaty, S.T..M.T.
NBM. 795 108



**LABOLATORIUM FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

Jl. Sultan Alauddin No.259 Telp. (0411) 866972. Fax (0411) 8655888 Makassar. 90211

Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 10 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahanra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

HASIL PERHITUNGAN ANALISA SARINGAN

No.	Nomor Saringan	Berat tertahan		Berat Komulatif	
		gr	%	Tertahan (gr)	Lolos (%)
1	4	0	0	0,00	100,0
2	8	0	0	0,00	100,0
3	16	103	9,20	9,20	90,8
4	40	385	34,38	43,57	56,4
5	50	272	24,29	67,86	32,1
6	100	270	24,11	91,96	8,0
7	200	34	3,04	95,00	5,0
8	Pan	56	5	100,00	0,0
Total		1120	100	408	-

DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar

Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Labolatorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.
NBM. 795 108



**LABOLATORIUM FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

Jl. Sultan Alauddin No.259 Telp. (0411) 866972. Fax (0411) 8655888 Makassar. 90211

Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 17 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahanra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomot Tin Box			Atas	Tengah	Bawah
A	Berat Tun Box	gram	13	13	13
B	Berat Tun Box + Tanah Basah	gram	93	92	93
C	Berat Tun Box + Tanah Kering	gram	79	78	78
D	Berat Air (B-C)	gram	14	14	15
E	Berat Tanah Kering (C-A)	gram	66	65	65
F	Kadar Air ($w = (D/E * 100\%)$)	%	21,212	21,538	22,727
G	Rata Rata	%	21,826		

DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar

Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Laboratorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.
NBM. 795 108



**LABOLATORIUM FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

Jl. Sultan Alauddin No.259 Telp. (0411) 866972. Fax (0411) 8655888 Makassar. 90211

Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 20 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahnra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

BERAT JENIS TANAH (SPESIFIK GRAVITI), Gs

Nomor Percobaan	I	II
Berat Piknometer, W_1 (gram)	155	155
Berat Piknometer + air, W_2 (gram)	306	306
Berat Piknometer + air + tanah, W_3 (gram)	322	321
Berat tanah kering, W_s (gram)	25	25
Temperatur, $^{\circ}\text{C}$	29	28
Faktor koreksi, $\alpha = \gamma_T/\gamma_{20}$	0,99598	0,99267
Berat Jenis, Gs	2,7666	2,4817
Berat Jenis Rata-rata, Gs	2,6241	

DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar

Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Laboratorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Hj. Nurnawaty, S.T..M.T.
NBM. 795 108



**LABOLATORIUM FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

Jl. Sultan Alauddin No.259 Telp. (0411) 866972. Fax (0411) 8655888 Makassar. 90211

Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 21 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahenra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

PEMERIKSAAN BATAS-BATAS ATTERBERG

BATAS CAIR

No test		1		2		3	
Jumlah Pukulan		10		15		23	
No. Continer		A	B	A	B	A	B
Berat continer	Gram	13		13		13	
Berat tanah basah, W1	Gram	30	34	27	25	23	19
Berat tanah kering, W2	Gram	22	25	19	18	17	14
Berat Air (Ww= W1-W2)	Gram	8	9	8	7	6	5
Kadar Air (Ww/Wd*100%)	%	36,36	36	42,11	38,89	35,29	35,71
kadar Air	%	36,18		40,50		35,50	
Kadar air rata-rata	%	37,39					

BATAS PLASTIS

No test		-	1	2	3
No. continer		-	A	B	C
Berat continer, W1	Gram	13	13	13	
Berat tanah basah + brt continer, W2	Gram	21	20	19	
Berat tanah kering + brt continer, W3	Gram	19	19	18	
Berat tanah basah, (W4=W2-W1)	Gram	8	7	6	
Berat tanah kering, (W5=W3-W1)	Gram	6	6	5	
Berat Air, (W6=W4-W5)	Gram	2	1	1	
Batas Plastis (Ww/Wd*100%)	%	33,33	16,67	20	
Batas Plastis rata-rata	%	23,33			

Indeks Plastisitas $PI = LL - F$

$$PI = 37,39 - 23,33 = 14,06 \%$$

DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar

Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Laboratorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.
NBM. 795 108



Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 21 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahendra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

PERMEABILITAS

Constan head

Diameter buret (d) = 4 cm

Diameter sampel (D) = 3 cm

Tinggi sampel (H) = 28 cm

No. Test	Satuan	1	2
Luas potongan melintang buret ($a = 1/4 \times d^2$)	cm ²	12,566	12,566
Luas potongan melintang sampel ($A = 1/4 \times D^2$)	cm ²	7,069	7,069
Ketinggian hidrolik (h)	cm ²	43	43
Panjang sampel (L)	cm ²	41	35,5
Waktu pengujian (t)	menit	4,02	5,1
Temperatur (T)	°C	30	29
Volume air yang terkumpul (Q)	cm ³	4,8	5
Koefisien permeabilitas (QL / h.A.t)	(cm/det)	0,0026844	0,0019084
Rata-rata	(cm/det)	0,0022964	

DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar

Svamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Laboratorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Hj. Nurnawaty, S.T.M.T.
NBM. 795 108



Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 24 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahenra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

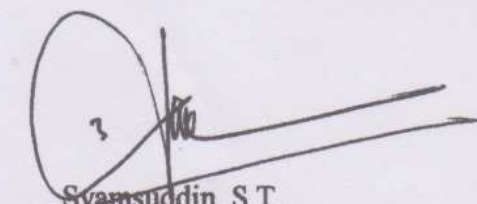
HASIL PERHITUNGAN HIDROMETER

Berat Jenis (Gs) = 2,6241 gram/cm³
Zero Correction = 1
Meniscus Correction = 1
Gs Correction
{ $\alpha = 1,65 \text{ Gs} / [(Gs - 1) \times Gs]$ } = 1,534
Berat tanah, W_s = 56 gram


Waktu (menit)	T (°C)	R	R _{cp}	% butiran halus $\alpha = R_{pc}/W_s \times 100\%$	Kumulatif (%)	R _{cl}	L (cm)	K	D = K.(L/t) ^{0.5}
0.25	27	21,00	24,00	65,75	3,29	22,00	14,20	0,01225	0,092
0.5	27	18,00	21,00	57,53	2,88	19,00	14,20	0,01225	0,065
1	27	17,00	20,00	54,79	2,74	18,00	14,30	0,01225	0,046
2	27	16,00	19,00	52,05	2,60	17,00	14,30	0,01225	0,033
4	27	14,50	17,50	47,94	2,40	1,50	14,40	0,01225	0,023
8	27	12,00	15,00	41,09	2,05	13,00	14,50	0,01225	0,016
15	27	9,50	12,50	34,25	1,71	10,50	14,50	0,01225	0,012
30	27	8,00	11,00	30,14	1,51	9,00	14,80	0,01225	0,009
60	27	7,00	10,00	27,40	1,37	8,00	15,00	0,01225	0,006
90	27	6,00	9,00	24,66	1,23	7,00	15,00	0,01225	0,005
120	27	5,50	8,50	23,29	1,16	6,50	15,00	0,01225	0,004
240	27	4,50	7,50	20,55	1,03	5,50	15,20	0,01225	0,003
1440	27	4,00	7,00	19,18	0,96	5,00	15,30	0,01225	0,001

DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar


Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Laboratorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar


Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.
NBM. 795 108



**LABOLATORIUM FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

Jl. Sultan Alauddin No.259 Telp. (0411) 866972. Fax (0411) 8655888 Makassar. 90211

Proyek : Penelitian Mahasiswa S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil FT Unismuh Makassar
Tanggal percobaan : 25 Maret 2017
Nama : 1. Syahrir 3. Nasruddin 5. Sulvahanra
2. Muh. Nur Jayadi 4. Aso 6. Eki Sandi

KOMPAKSI

Berat tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	%	31,05	31,05	31,05	31,05	31,05
Penambahan air	ml	350	360	370	380	390
Kadar air akhir		50,48	50,98	51,48	51,98	52,10

Berat Isi Basah (*Wet Density*)

No. mould	-	1	2	3	4	5
Berat mould	gram	2142	2142	2142	2142	2142
Berat tanah basah + mould	gram	4175	4275	4193	4201	4256
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	2033	2133	2051	2059	2114
Volume Mould	cm ³	1177,5	1177,5	1177,5	1177,5	1177,5
Berat volume basah $\gamma_{wet} = W_{wet}/V_{mould}$	gr/cm ³	1,727	1,811	1,742	1,749	1,795

Kadar Air (*Water Content*)

No. Container	-	A	T	B	A	T	B	A	T	B	A	T	B	A	T	B
Berat tanah basah + Container	gr	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Berat tanah kering + Container	gr	132	128	129	126	131	130	134	130	138	135	134	137	141	142	146
Berat air	gr	109	103	104	102	105	105	109	106	106	106	107	108	109	112	114
Berat Container	gr	23	25	25	24	26	25	25	24	32	29	27	29	32	31	32
Berat tanah kering	gr	96	90	91	89	92	92	96	93	93	93	94	95	96	99	101
Kadar air	%	23,96	27,78	27,47	26,97	28,26	27,17	26,04	25,81	34,41	31,18	28,72	30,53	33,33	31,31	31,68
Kadar air rata-rata	%	26,403			27,467			28,752			30,144			32,110		

Berat isi kering (*Dry Density*)

Berat tanah basah, W_{wet}	gram	2033	2133	2051	2059	2114
Kadar air rata-rata	%	26,403	27,467	28,752	30,144	32,110
Berat kering, $W_{dry} = W_{wet} / (1+(W/100))$	gram	1608,349	1687,460	1622,590	1628,920	1672,430
Volume mould	cm ³	1177,5	1177,5	1177,5	1177,5	1177,5
Berat isi kering, $\gamma_{dry} = W_{dry}/V_{mould}$	gr/cm ³	1,366	1,433	1,378	1,383	1,420
$\gamma_w = G_s / ((1 + W) \times G_s)$	gr/cm ³	1,606	1,579	1,548	1,515	1,471

DISETUJUI OLEH:

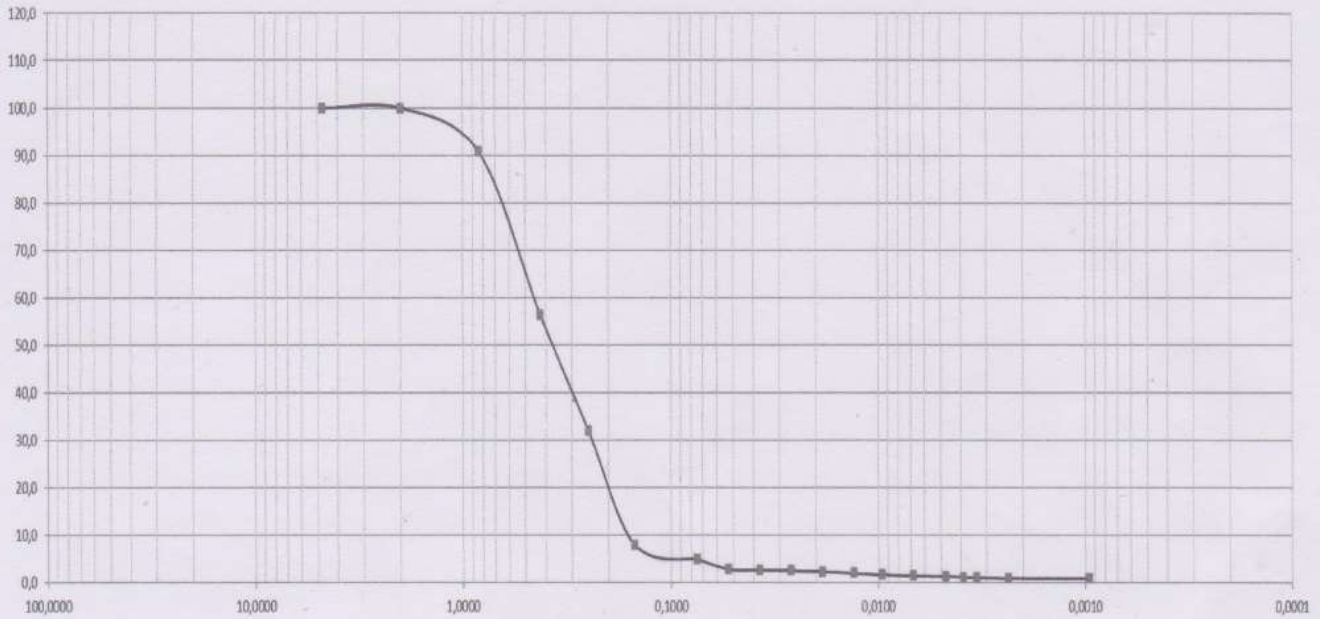
Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar

Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Laboratorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar


Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.
NBM. 795 108

Grafik Hubungan Analisa Saringan dan Hidrometer





DISETUJUI OLEH:

Asisten Laboratorium
Teknik sipil Unismuh Makassar



Syamsuddin, S.T.
NBM. 1235 747

Kepala Labolatorium
Fakultas Teknik Unismuh Makassar



Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.
NBM. 795 108

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 mengikuti persamaan (1). Sampel perhitungan tahun 1982 dengan data curah hujan maksimum harian masing-masing stasiun: Tamangapa, Panakukang, Mandai dan Somba Opu dengan data berturut-turut: 140 mm, 81 mm, 188 mm dan 130 mm.

$$R = \frac{1}{4}(140 + 81 + 188 + 130) \dots\dots\dots (1)$$

$$R = 135 \text{ mm}$$

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	2	3
1	1982	135
2	1983	122
3	1984	135
4	1987	193
5	1988	55
6	1989	112
7	1990	106
8	1991	51
9	1992	64
10	1993	134
11	1994	61
12	1995	205

1	2	3
13	1996	136
14	1997	76
15	1998	65
16	1999	121
17	2000	154
18	2001	110
19	2002	153
20	2003	80
21	2004	117
22	2005	75
23	2006	129
24	2007	89
25	2008	88
26	2009	84
27	2010	64
28	2011	91
29	2012	67
30	2013	118

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 (C_s), koefisien kurtosis (C_k) dan koefisien variasi (C_v), 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 (2) dan (3). Koefisien variasi (Cv), Koefisien kepeencengan (Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan dihitung dengan menggunakan persamaan (4), (5) dan (6). Hasil perhitungan diuraikan sebagai berikut:

Tabel 2. Pengukuran dispersi

No	Tahun	Xi	Xr	(Xi - Xr)	(Xi - Xr) ²	(Xi - Xr) ³	(Xi - Xr) ⁴
1	1995	205	106	99	9748	962479	95028790
2	1987	193	106	86	7479	646841	55940930
3	2000	154	106	47	2255	107059	5083523
4	2002	153	106	46	2161	100437	4668626
5	1996	136	106	30	899	26955	808201
6	1982	135	106	28	811	23109	658208
7	1984	135	106	28	797	22505	634402
8	1993	134	106	27	755	20759	570529
9	2006	129	106	22	506	11365	255531
10	1983	122	106	16	255	4083	65263
11	1999	121	106	14	203	2883	41042
12	2013	118	106	12	138	1615	18953
13	2004	117	106	11	121	1325	14552
14	1989	112	106	5	30	165	904
15	2001	110	106	4	14	52	194
16	1990	106	106	-1	1	0	0
17	2011	91	106	-15	226	-3386	50850
18	2007	89	106	-17	290	-4927	83849
19	2008	88	106	-18	325	-5848	105365
20	2009	84	106	-23	507	-11416	257049
21	2003	80	106	-26	677	-17610	458149
22	1997	76	106	-31	931	-28419	867258
23	2005	75	106	-31	978	-30566	955710
24	2012	67	106	-39	1522	-59395	2317398
25	1998	65	106	-42	1724	-75508	2970913
26	1992	64	106	-42	1786	-76856	3191479
27	2010	64	106	-43	1808	-76856	3267660
28	1994	61	106	-45	2027	-91226	4106703
29	1998	55	106	-51	2628	-134743	6907809
30	1991	51	106	-55	3054	-168807	9329387
Σ		3188			44654	1151364,557	198660229

Sumber: Hasil Perhitungan

Nilai rata-rata (X_r) :

$$X_r = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3188}{30} = 106 \text{ mm} \dots\dots\dots (2)$$

Standar Deviasi (S) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_r)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3)$$

$$= \sqrt{\frac{44654}{30-1}}$$

$$= 39$$

Koefisien Skewness (C_s) :

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - X_r)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (4)$$

$$= \frac{30 \times 1151364,557}{29 \times 28 \times 39^3}$$

$$= \frac{34540937}{49062270}$$

$$= 0,704$$

Koefisien Kurtosis (C_k) :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \dots\dots\dots (5)$$

$$= \frac{30^2 \times 198660229}{29 \times 28 \times 27 \times 39^4}$$

$$= \frac{178794206193}{51980678037}$$

$$= 3,440$$

Koefisien Variasi (Cv) :

$$\begin{aligned}Cv &= \frac{Sd}{\bar{Xr}} \dots\dots\dots (6) \\&= \frac{39}{106} \\&= 0,369\end{aligned}$$

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 (7) dan (8). Koefisien kemencengan (Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv) dihitung dengan menggunakan persamaan (9), (10) dan (11). Hasil perhitungan diuraikan pada tabel 3.

Nilai rata-rata (Log \bar{Xr}) :

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log } Xr} &= \frac{\sum \text{Log } Xi}{n} \dots\dots\dots (7) \\&= \frac{59,941}{30} \\&= 1,998\end{aligned}$$

Standar Deviasi (Sd) :

$$\begin{aligned}Sd &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{Xr})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (8) \\&= \sqrt{\frac{0,74668}{30-1}} \\&= 0,160\end{aligned}$$

Koefisien Skewness (Cs) :

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (9) \\
 &= \frac{30 \times -0,00140}{29 \times 28 \times 0,160^3} \\
 &= \frac{-0,04202}{3,355} \\
 &= -0,013
 \end{aligned}$$

Koefisien Kurtosis (Ck) :

$$\begin{aligned}
 C_k &= \frac{n^2 \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \dots\dots\dots (10) \\
 &= \frac{30^2 \times 0,039345}{29 \times 28 \times 27 \times 0,160^4} \\
 &= \frac{35,41051}{14,534} \\
 &= 2,436
 \end{aligned}$$

Koefisien Variasi (Cv) :

$$\begin{aligned}
 C_v &= \frac{Sd}{\text{Log } X_r} \dots\dots\dots (11) \\
 &= \frac{0,160}{1,998} \\
 &= 0,080
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Pengukuran dispersi dengan Logaritma

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xr	Log Xi – Log Xr	(Log Xi – Log Xr) ²	(Log Xi – Log Xr) ³	(Log Xi – Log Xr) ⁴
1	1995	205	2,312	1,998	0,31371	0,09841	0,03087	0,00968514
2	1987	193	2,285	1,998	0,28695	0,08234	0,02363	0,00677984
3	2000	154	2,187	1,998	0,18877	0,03563	0,00673	0,00126979
4	2002	153	2,184	1,998	0,18594	0,03457	0,00643	0,00119524
5	1996	136	2,134	1,998	0,13629	0,01858	0,00253	0,00034504
6	1982	135	2,130	1,998	0,13148	0,01729	0,00227	0,00029887
7	1984	135	2,129	1,998	0,13068	0,01708	0,00223	0,00029161
8	1993	134	2,126	1,998	0,12825	0,01645	0,00211	0,00027053
9	2006	129	2,110	1,998	0,11170	0,01248	0,00139	0,00015568
10	1983	122	2,087	1,998	0,08920	0,00796	0,00071	0,00006332
11	1999	121	2,081	1,998	0,08294	0,00688	0,00057	0,00004733
12	2013	118	2,072	1,998	0,07384	0,00545	0,00040	0,00002972
13	2004	117	2,069	1,998	0,07107	0,00505	0,00036	0,00002551
14	1989	112	2,048	1,998	0,05020	0,00252	0,00013	0,00000635
15	2001	110	2,041	1,998	0,04335	0,00188	0,00008	0,00000353
16	1990	106	2,023	1,998	0,02521	0,00064	0,00002	0,00000040
17	2011	91	1,960	1,998	-0,03781	0,00143	-0,00005	0,00000204
18	2007	89	1,951	1,998	-0,04744	0,00225	-0,00011	0,00000506
19	2008	88	1,946	1,998	-0,05233	0,00274	-0,00014	0,00000750
20	2009	84	1,923	1,998	-0,07506	0,00563	-0,00042	0,00003174
21	2003	80	1,904	1,998	-0,09360	0,00876	-0,00082	0,00007676
22	1997	76	1,879	1,998	-0,11866	0,01408	-0,00167	0,00019827
23	2005	75	1,875	1,998	-0,12298	0,01513	-0,00186	0,00022877
24	2012	67	1,828	1,998	-0,17035	0,02902	-0,00494	0,00084217
25	1998	65	1,811	1,998	-0,18681	0,03490	-0,00652	0,00121775
26	1992	64	1,806	1,998	-0,19187	0,03681	-0,00706	0,00135514
27	2010	64	1,804	1,998	-0,19357	0,03747	-0,00725	0,00140381
28	1994	61	1,787	1,998	-0,21094	0,04450	-0,00939	0,00197983
29	1988	55	1,740	1,998	-0,25768	0,06640	-0,01711	0,00440900
30	1991	51	1,708	1,998	-0,29048	0,08438	-0,02451	0,00711927
Σ		3188	59,941	1,998		0,74668	-0,00140	0,03934501

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 (C_s), koefisien kurtosis (C_k) dan koefisien variasi (C_v) 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	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	0,704 3,440	Tidak memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4002$	0,704 3,440	Tidak memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v$ $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$	0,241 3,104	Tidak memenuhi
Log Person Tipe III	Selain dari nilai-nilai diatas	$C_s = -0,013$ $C_k = 2,436$	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, $n = 30$ tahun dengan menggunakan persamaan (12), (13) dan (14).

Nilai rata-rata (Log Xr) :

$$\begin{aligned} \overline{\text{Log Xr}} &= \frac{\sum \text{Log Xi}}{n} \dots\dots\dots (12) \\ &= \frac{59,941}{30} \\ &= 1,998 \end{aligned}$$

Standar Deviasi (Sd) :

$$\begin{aligned} \text{Sd} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log Xi} - \text{Log Xr})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (13) \\ &= \sqrt{\frac{0,74668}{30-1}} \\ &= 0,160 \end{aligned}$$

Koefisien Skewness (Cs) :

$$\begin{aligned} \text{Cs} &= \frac{n \sum (\text{Log Xi} - \text{Log Xr})^3}{(n-1)(n-2)\text{Sd}^3} \dots\dots\dots (14) \\ &= \frac{30 \times -0,00140}{29 \times 28 \times 0,160^3} \\ &= \frac{-0,04202}{3,355} \\ &= -0,013 \end{aligned}$$

Perhitungan curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan persamaan (15), dengan konstanta Log Pearson tipe III (G) yang ditentukan berdasarkan nilai koefisien kemencengan (Cs) yang disajikan pada tabel 4. Dari perhitungan didapatkan nilai Cs = -0,013. 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 $C_s = -0,013$

Cs	Periode Ulang (Tahun)						
	2	5	10	25	50	100	200
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,013	0,002	0,841	1,280	1,747	2,047	2,317	2,564
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut ini contoh prosedur perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang lima tahun dengan menggunakan persamaan (15).

$$\begin{aligned}
 \text{Log X} &= \overline{\text{Log X}} + G \times S \quad \dots\dots\dots (15) \\
 &= 1,998 + 0,841 \times 0,160 \\
 &= 2,133 \\
 X &= 135,842
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III untuk periode ulang 5, 15 dan 25 tahun disajikan pada tabel 6.

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

T	Log Xr	G	Sd	Log X T	X T
5	1,998	0,841	0,160	2,133	135,842
15	1,998	1,294	0,160	2,205	160,339
25	1,998	1,747	0,160	2,278	189,806

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 (16) dengan data curah hujan rencana periode ulang 5, 15 dan 25 tahun yang didapatkan dari perhitungan berturut-turut: 246,841 mm, 307,489 mm dan 344,900 mm.

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

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m \dots\dots\dots (16)$$

$$I_5 = \frac{135,842}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3} = 246.841 \text{ mm/jam}$$

$$I_{15} = \frac{160,339}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3} = 307,489 \text{ mm/jam}$$

$$I_{25} = \frac{189,906}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3} = 344.900 \text{ mm/jam}$$

DOKUMENTASI PENELITIAN



Alat Rainfall Simulator



Formasi Drain Dalam Bak



Sampel Tanah



Proses Penyaringan Sampel Tanah



Proses Mix



Penimbangan Sampel Tanah



Jumlah Sampel Tanah



Pengisian Sampel Tanah Pada Alat



Pemadatan Sampel



Proses Running



Pembacaan Manometer



Pengambilan Data Infiltrasi



Pengimputan Data Infiltrasi



Pengambilan Data Limpasan



Pembongkaran Sampel Tanah



Pembersihan Alat ,Persiapan Sampel Berikutnya



Pengujian Sandcone



Pemeriksaan Kadar Air



Pengujian Hidrometer



Pengujian Kompaksi



Pengujian Berat Jenis



Pengujian Permeabilitas



Pemeriksaan Batas Cair



Pemeriksaan Batas Plastis



Penyaringan Sampel Tanah