

**SKRIPSI**  
**PERANCANGAN SISTEM RESAPAN AIR DENGAN**  
**MENGOPTIMALKAN PROSES INFILTRASI UNTUK PENGURANGAN**  
**GENANGAN AIR**



*Disusun Oleh :*

**KHAIDIR ZULTI**  
**112101011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BUTON**  
**2025**

**PERANCANGAN SISTEM RESAPAN AIR DENGAN  
MENGOPTIMALKAN PROSES INFILTRASI UNTUK PENGURANGAN  
GENANGAN AIR**



*Oleh :*

**KHAIDIR ZULTI**

**112101011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BUTON**

**2025**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**PERANCANGAN SISTEM RESAPAN AIR DENGAN**  
**MENGOPTIMALKAN PROSES INFILTRASI UNTUK PENGURANGAN**  
**GENANGAN AIR**

Disusun dan Diajukan Oleh:

**KHAIDIR ZULTI**

**NIM : 112101011**

Telah Disetujui Oleh Pembimbing,

Pembimbing I

Pembimbing II

**Idwan, S. T., M. Si.,**  
**0916058402**

**Aswad Asrasal, S. T., M. T.,**  
**0928079304**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Buton

**Idwan, S. T., M. Si**  
**NIDN. 0916058402**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN SISTEM RESAPAN AIR DENGAN**  
**MENGOPTIMALKAN PROSES INFILTRASI UNTUK PENGURANGAN**  
**GENANGAN AIR**

Oleh:

**KHAIDIR ZULTI**

**NPM: 112101011**

Telah di Uji dan Di Nyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana

Pada Tanggal,.....,2025

Tim Penguji:

TTD

- |                       |   |       |
|-----------------------|---|-------|
| 1. Penguji<br>( I )   | <u>Ahmad Efendi, S.T.,M.T</u><br>0910078307     | ..... |
| 2. Penguji<br>( II )  | <u>Muh. Sayfullah S, S.T.,M.T</u><br>0923039301 | ..... |
| 3. Penguji<br>( III ) | <u>Muhammad Abdu, S.T.,M.T</u><br>0903089401    | ..... |

Pembimbing I

Pembimbing II

Idwan, S. T. , M. Si. ,  
**0916058402**

Aswad Asrasal, S. T. , M. T. ,  
**0928079304**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Buton

Agusman, S. T. , M. M. ,  
**0917088206**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khaidir Zulti

NIM : 112101011

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Buton

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul Perancangan Sistem Resapan Air Dengan Mengoptimalkan Proses Infiltrasi Untuk Pengurangan Genangan Air adalah hasil karya saya sendiri. Saya telah menyertakan referensi untuk beberapa bagian tulisan ini yang berasal dari sumber lain, mengikuti norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah yang ada dalam buku pedoman penulisan karya ilmiah Program Studi Teknik Sipil.

Pernyataan ini saya buat dengan ikhlas, tanpa adanya tekanan dari pihak manapun. Jika di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, saya siap menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Baubau,

2025

**KHAIDIR ZULTI**  
**112101011**

## ABSTRAK

Genangan air akibat curah hujan dengan intensitas tinggi merupakan salah satu permasalahan utama di kawasan perkotaan, termasuk di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, Kota Baubau, yang diperparah oleh tidak tersedianya sistem drainase memadai sehingga mengganggu aktivitas masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung volume genangan air, mengetahui kapasitas infiltrasi tanah, serta merancang desain sistem resapan air yang dapat mengoptimalkan proses infiltrasi. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data curah hujan maksimum harian selama 10 tahun (2014–2024) dari Stasiun Meteorologi Betoambari, analisis hidrologi dengan metode distribusi probabilitas (Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III), serta pengukuran laju infiltrasi tanah dengan metode Horton menggunakan *double ring infiltrometer*. Hasil penelitian diharapkan menghasilkan desain sumur resapan dengan kapasitas optimal sesuai kondisi tanah setempat sehingga mampu mengurangi genangan air secara signifikan sekaligus mendukung konservasi air tanah, dengan manfaat praktis sebagai dasar perencanaan drainase berkelanjutan di Kota Baubau dan manfaat teoritis dalam pengembangan ilmu hidrologi terapan, khususnya teknologi sumur resapan di kawasan perkotaan.

**Kata Kunci:** Genangan air, sumur resapan, infiltrasi, curah hujan, hidrologi teknik.

## **ABSTRACT**

*Waterlogging caused by high-intensity rainfall is one of the main problems in urban areas, including Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Lipu Sub-district, Baubau City, which is exacerbated by the absence of an adequate drainage system, resulting in stagnant water that disrupts community activities. This study aims to calculate the volume of waterlogging, determine the soil infiltration capacity, and design an infiltration system that optimizes the infiltration process. The methods used include collecting maximum daily rainfall data for 10 years (2014–2024) from Betoambari Meteorological Station, hydrological analysis using probability distribution methods (Normal, Log Normal, Gumbel, and Log Pearson III), and measuring soil infiltration rates with Horton's method using a double ring infiltrometer. The results are expected to provide an infiltration well design with optimal capacity according to local soil conditions, thereby significantly reducing waterlogging and supporting groundwater conservation, while also providing practical benefits as a basis for sustainable drainage planning in Baubau City and theoretical contributions to the development of applied hydrology, particularly in the implementation of infiltration well technology in urban areas.*

**Keywords:** *Waterlogging, infiltration well, infiltration, rainfall, applied hydrology.*

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

“Sesungguhnya Bersama Kesulitan Ada Kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah:5)

“Terlambat tidak berarti Anda gagal, dan cepat tidak selalu berarti luar biasa. Menjadi terlambat bukanlah alasan untuk menyerah, setiap individu memiliki jalan dan waktu masing-masing. Yang terpenting adalah mempercayai proses tersebut, karena Tuhan telah menyiapkan hal-hal baik di balik proses yang Anda anggap rumit.

(Edwar Satria)

Orang lain mungkin tidak akan mengerti perjuangan dan masa-masa sulit yang kita alami, mereka hanya tertarik dengan kisah-kisah sukses. Berjuanglah untuk dirimu sendiri meskipun tidak ada yang memberi penghargaan. Suatu hari, Anda akan sangat bangga atas usaha Anda hari ini. Terus berjuang!

### **PERSEMBAHAN**

Bismillāhir-Rahmānir-Rahīm, Skripsi ini saya dedikasikan kepada orang tua tercinta, Bapak Zulham dan Ibu Rahmatia. B, ketulusannya dari hati atas doa yang tak pernah putus dan semangat yang tak ternilai, terima kasih atas do'a dan dukungan ibu dan bapak saya sehingga saya bisa berada dititik ini.

## **KATA PENGANTAR**

*Assalamu 'alaikum Wr, Wb*

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan usulan penelitian yang berjudul “Perencanaan Sistem Resapan Air Dengan Mengoptimalkan Proses Infiltrasi Untuk Pengurangan Genangan Air” dengan baik dan lancar.

Adapun maksud dan tujuan dalam penyusunan proposal penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk menempuh Program Strata 1 guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik. Dalam proses penyusunan proposal penelitian ini penulis banyak sekali mendapatkan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal penelitian ini.

Teristimewa Kepada kedua orang tersayang di dunia ini dan berjasa dalam hidup saya, bapak Zulham dan ibu Rahmatia. B, yang telah berjuang sampai anakmu bisa ketahap skripsi, beliau tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan, namun beliau tidak henti memberi semangat, serta do'a yang selalu mengiringi langkah saya, tanpa dukungan dan do'a mu saya bukan lah apa-apa ibu bapak terimakasih banyak untuk semuanya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih dengan tulus kepada :

1. Ibu Dr. Wa Ode Al Zarliani, S.P., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Buton.
2. Bapak Agusman, S.T., M.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton.
3. Bapak Idwan, S.T., M.Si., selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton.
4. Bapak Idwan, S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Aswad Asrasal S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II. Terimakasih atas ilmu, waktu dan arahan yang telah diberikan selama menjadi dosen pembimbing.
5. Bapak Hendra Kundrad Susanto, S.T., M.T., selaku Dosen Penasehat Akademik.
6. Sahabat-sahabat seperjuangan yang selalu memberi do'a dan dukungannya kepada penulis.
7. Partner pejuang S.T (Adin,surya,naswa,sartika) yang selalu membantu dan menyemangati penulis.
8. Kekasih Erika Dani Nurul Lita yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis hingga sampai ditahap ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan proposal penelitian ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan proposal penelitian ini.

Penulis berharap Allah SWT memberikan limpahan rahmat serta hidayahNya kepada semua pihak-pihak diatas, semoga amal baik yang telah diberikan penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah turut serta membantu penulis dalam melakukan penulisan proposal penelitian ini dan semoga penulisan proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Baubau, 20 Maret 2025

Penulis,

Khaidir Zulti  
112101011

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Bekakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.4.1 Manfaat Praktis .....	3
1.4.2 Manfaat Teoritis .....	4

1.5 Batasan Penelitian .....	4
------------------------------	---

## **BAB II TINJAU PUSTAKA**

2.1 Tinjauan Penelitian Sebelumnya .....	6
2.2 Siklus Hidrologi .....	8
2.3 Analisis Curah Hujan.....	10
2.4 Intensitas Curah Hujan .....	17
2.5 Banjir Rancangan .....	18
2.5.1 Debit Banjir Maksimum Metode Rasional .....	18
2.5.2 Koefisien Aliran Permukaan .....	19
2.5.3 Analisis Volume Genangan Air .....	20
2.6 Konsep Dasar Sumur Resapan .....	22
2.7 Perhitungan Debit Resap .....	24
2.8 Analisis Infiltrasi Air Pada Tanah.....	27

## **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	32
3.1.1 Lokasi Penelitian .....	32
3.1.2 Waktu Penelitian .....	33
3.2 Jenis Penelitian .....	33
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	33
3.4 Instrumen Penelitian .....	34
3.5 Metode Analisis Data .....	35
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	36

## **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Analisis Data Curah Hujan .....	37
4.2 Analisis Frekuensi Hidrologi .....	38
4.3 Analisis Intensitas Hujan .....	42
4.4 Analisis Koefisien Gabungan.....	44
4.5 Analisis Volume Genangan Air .....	45
4.6 Analisis Laju Infiltrasi Tanah .....	46
4.7 Analisis kapasitas dan Desain Sumur resapan .....	48
4.8 Prinsip Kerja Sumur resapan.....	54

## **BAB V SARAN DAN KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran.....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss .....	11
Tabel 2.2 Nilai $K_T$ Distribusi Log-Person III.....	13
Tabel 2.3 Reduced Mean ( $Y_n$ ) .....	15
Tabel 2.4 Reduced Standard Deviation ( $S_n$ ) .....	15
Tabel 2.5 Reduced Variate ( $Y_{Tr}$ ) .....	15
Tabel 2.6 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi .....	16
Tabel 2.7 Harga Koefisien Limpasan (C) .....	20
Tabel 2.8 Jarak Minimum Sumur resapan dengan bangunan .....	26
Tabel 2.9 Laju infiltrasi tipikal kelompok tanah setelah 1 jam .....	28
Tabel 2.10 Perkiraan parameter untuk rumus Horton.....	29
Tabel 2.11 Fom pengukuran laju infiltrasi .....	31
Tabel 4.1 Curah Hujan Tahunan Stasiun Meteorologi Betoambari .....	37
Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik .....	39
Tabel 4.3 Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan.....	40
Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Maksimum Metode Log Pearson III ..	41
Tabel 4.5 Hasil perhitungan Data Hujan Dengan Distribusi Log Pearson III .....	42
Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Intensitas Hujan .....	43
Tabel 4.7 Uji Infiltrasi Menggunakan Double Ring .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	8
Gambar 2.2 Kurva infiltrasi menurut Horton.....	29
Gambar 2.3 Alat double ring infiltrometer (diamond & Shanley, 2003).....	30
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, Kecamatan Betoambari.....	32
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar 4.1 Luas Lahan Permukiman dan hutan pada Sekitaran Kelurahan Lipu, Kota baubau .....	44
Gambar 4.2 Pengukuran Pada lokasi Penelitian di Jalan dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan lipu, Kota baubau.....	45
Gambar 4.3 Pengujian Infiltrasi Pada Lokasi Penelitian di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, Kota Baubau .....	46
Gambar 4.4 Tata letak Sumur Resapan Pada Lokasi Penelitian.....	51
Gambar 4.5 Tampak Samping Sumur resapan .....	52
Gambar 4.6 Tampak Atas Sumur Resapan .....	53

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\bar{X}$  = Data X rata – rata (mm)

$\bar{x}$  = Rata – rata data,

A = luas daerah pengaliran (Km<sup>2</sup>)

*A* = luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

C = angka pengaliran (tanpa dimensi)

*C<sub>k</sub>* = koefisien kurtois.

*C<sub>s</sub>* = koefisien skewness,

*C<sub>v</sub>* = koefisien varian,

F = Faktor geometrik,

I = Intensitas hujan (mm/jam)

K = Koefisien Permeabilitas tanah (m/detik),

*K<sub>T</sub>* = faktor frekuensi (berdasarkan jenis distribusi)

*n* = jumlah stasiun

*n* = koefisien kekerasan *Manning*.

*n* = jumlah data,

*P* = keliling basah (m)

Q = Debit masuk (m<sup>3</sup>/detik),

Q = debit puncak limpasan permukaan (m<sup>3</sup>/det).

Q = debit saluran drainase eksisting (m<sup>3</sup>/s)

R = Jari-jari sumur (m).

*R<sub>24</sub>* = Curah hujan maksimum (mm)

$S$  = kemiringan dasar saluran.

$s$  = simpangan baku,

$S$  = Standar deviasi data.

$t$  = Waktu curah hujan (mm).

$T$  = Waktu pengairan (detik),

$V$  = kecepatan aliran (m/s)

$x_i$  = data hujan atau debit ke- $i$ ,

$X_T$  = Besarnya suatu kejadian dalam kala ulang  $T$  tahun (mm)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Genangan air yang dihasilkan oleh hujan deras menjadi salah satu isu utama yang kerap muncul di banyak daerah kota, terutama di tempat yang memiliki sistem saluran air yang kurang memadai atau bahkan tidak ada sama sekali. Jika air tergenang dibiarkan dalam waktu yang lama, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur jalan, meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan lalu lintas, serta mengakibatkan kemacetan dan mengganggu kegiatan sehari-hari masyarakat. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang ampuh untuk mengatasi permasalahan ini, salah satunya dengan menerapkan teknologi sumur resapan.

Jalan Dayanu Ikhsanuddin yang berada di Kelurahan Lipu merupakan salah satu area yang sering menghadapi masalah genangan air setiap kali musim hujan tiba. Situasi ini diperburuk oleh ketiadaan sistem drainase yang baik di tempat tersebut, yang menyebabkan air hujan tidak dapat mengalir dengan efisien dan mengumpul di permukaan jalan. Dengan bertambahnya pembangunan infrastruktur dan perubahan fungsi lahan, ruang resapan alami semakin berkurang, yang pada akhirnya mengurangi kapasitas tanah untuk menyerap air melalui proses infiltrasi.

Salah satu cara yang ampuh untuk mengelola air hujan adalah dengan menciptakan sumur resapan. Sumur resapan memiliki peran untuk menampung serta menyerap air hujan ke dalam tanah, sehingga dapat mengurangi akumulasi

air di permukaan sekaligus mendukung pengisian kembali sumber daya air tanah. Melalui penerapan sistem sumur resapan, diharapkan kemampuan infiltrasi air ke dalam tanah dapat bertambah dan masalah genangan air dapat diatasi secara signifikan.

Berdasarkan konteks yang ada, studi ini memiliki tujuan untuk merancang sumur resapan sebagai opsi alternatif guna menyelesaikan masalah genangan air di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan saran teknis yang praktis dan berkelanjutan dalam pengelolaan air hujan di area perkotaan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar volume genangan yang terjadi di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu ?
2. Berapakah kapasitas infiltrasi air pada tanah di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu ?
3. Bagaimanakah perancangan sistem resapan air yang dapat meningkatkan proses infiltrasi dan mencegah genangan air di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Dengan mempertimbangkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengukur volume limpahan air yang terdapat di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu.
2. Menentukan seberapa besar kapasitas infiltrasi air dalam tanah di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu.
3. Untuk Membuat rancangan sistem resapan air yang dapat meningkatkan proses infiltrasi guna mengurangi genangan air di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini dapat memberikan saran mengenai desain sistem resapan air yang dapat diterapkan untuk meminimalkan genangan di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, sehingga bisa meningkatkan kualitas infrastruktur drainase di kota Baubau..
2. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan dan keamanan warga yang melintas di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu dengan mengurangi masalah genangan air yang kerap kali terjadi usai hujan.
3. Dengan adanya sistem resapan air yang optimal, diharapkan dampak banjir lokal dapat berkurang, kualitas lingkungan dapat membaik, serta kesejahteraan masyarakat setempat dapat ditingkatkan.

##### **1.4.1. Manfaat Praktis**

Manfaat yang ingin dicapai dalam kajian ini adalah untuk memberikan data mengenai sebaran wilayah yang memiliki kemampuan infiltrasi serta keadaan daerah resapan air di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu. Informasi ini

akan berguna sebagai bahan pertimbangan dalam pengaturan ruang dan penyusunan kebijakan perencanaan yang terkait dengan sumber daya air dengan melibatkan partisipasi masyarakat serta memperhatikan perkembangan di kawasan resapan air.

#### **1.4.2. Manfaat Teoritis**

Manfaat teoritis yang diharapkan dari studi ini adalah untuk memajukan teknologi sistem informasi geografis dalam pengelolaan data, sehingga dapat digunakan untuk berbagai tujuan riset, salah satunya untuk menganalisis keadaan kawasan resapan air di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu.

#### **1.5. Batasan Penelitian**

Agar kajian dalam penelitian ini dapat dilakukan dengan lebih mendetail dan terstruktur, dibutuhkan batasan-batasan penelitian. Batasan-batasan penelitian tersebut meliputi:

1. Penelitian ini akan terfokus hanya pada sistem drainase resapan air yang berada di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, dan tidak akan mencakup seluruh jaringan drainase yang ada di kota Baubau.
2. Kajian dalam penelitian ini akan dibatasi pada jenis material yang digunakan dalam sistem resapan air yang mampu meningkatkan infiltrasi, seperti jenis batuan dan pasir yang sesuai dengan kondisi tanah di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu.
3. Penelitian ini tidak akan menginvestigasi desain dari sistem drainase konvensional, baik yang berupa saluran terbuka maupun tertutup, tetapi

akan lebih menitikberatkan pada solusi yang berbasis infiltrasi, seperti sumur resapan dan area daerah resapan.

4. Untuk penelitian ini, akan digunakan data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Meteorologi Betoambari selama periode 10 tahun, yaitu dari tahun 2014 hingga 2024.

## **BAB II**

### **TINJAU PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Penelitian Sebelumnya**

1. Haryanto, A. (2018).

Melaksanakan studi berjudul "Efektivitas Sumur Resapan dalam Mengurangi Genangan Air di Daerah Perkotaan" Penelitian ini mengeksplorasi sejauh mana sumur resapan berkontribusi pada penurunan genangan air di salah satu wilayah berpenduduk padat di Semarang. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa implementasi sumur resapan dengan rancangan yang tepat dapat menurunkan jumlah genangan air hingga 60%. Salah satu keunggulan dari penelitian ini adalah pemanfaatan data curah hujan serta permeabilitas tanah sebagai landasan dalam perhitungan kapasitas sumur resapan. Disamping itu, perbedaan antara studi ini dengan penelitian yang segera dilakukan terletak pada lokasi yang diteliti, dimana studi ini berlokasi di daerah yang memiliki sistem drainase, sementara penelitian lainnya dilaksanakan di area tanpa adanya sistem drainase.

2. Prasetyo, D. & Lestari, N. (2020).

Melaksanakan studi berjudul "Desain Sumur Resapan sebagai Solusi Pengelolaan Hujan di Wilayah dengan Penurunan Resapan" Penelitian ini bertujuan untuk merancang sumur resapan sebagai langkah penghematan air tanah di kawasan yang mengalami perubahan fungsi lahan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa sumur resapan memberikan

kontribusi dalam meningkatkan kemampuan serap tanah dan meminimalkan limpahan permukaan secara signifikan. Keistimewaan dari penelitian ini adalah analisis desain sumur resapan yang didasarkan pada standar teknis yang ada, seperti Peraturan Menteri PUPR Nomor 11/PRT/M/2014. Perbedaannya dengan penelitian ini adalah fokus utama dari penelitian sebelumnya adalah penghematan air tanah, sementara penelitian ini lebih berkonsentrasi pada pengurangan genangan air di area yang tidak memiliki saluran drainase.

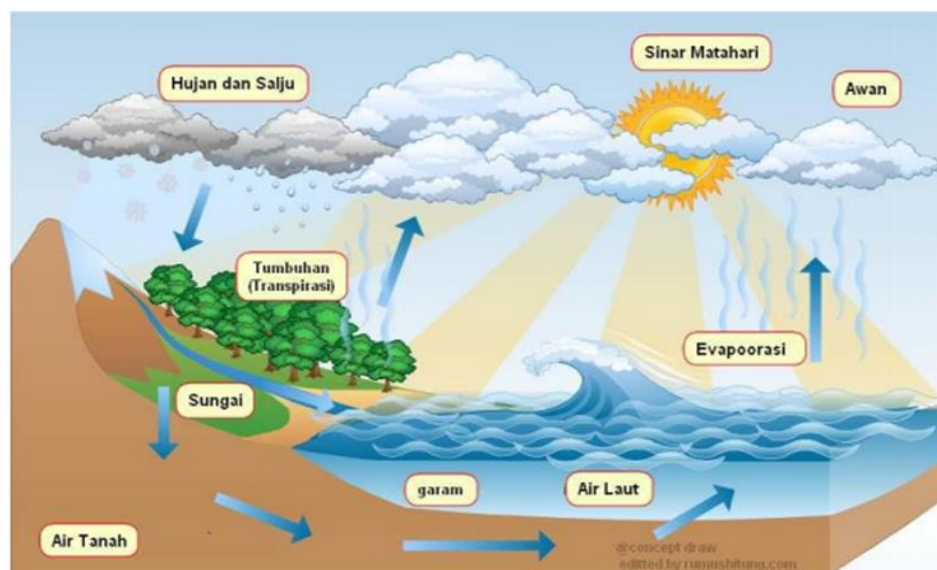
3. Suryadi, R. & Kurniawan, B. (2021).

Melakukan studi dengan judul "Analisis Kemampuan Resapan Sumur Terhadap Genangan Air di Area Perkotaan" Penelitian ini meneliti kemampuan resapan sumur terhadap curah hujan dengan melakukan simulasi hidrologi di salah satu jalan kota yang sering terendam. Temuan penelitian menunjukkan bahwa jumlah dan ukuran sumur resapan yang sesuai dapat menurunkan genangan air hingga 75% saat hujan dengan tingkat intensitas sedang. Kelebihan penelitian ini terletak pada penerapan metode simulasi hidrologi untuk menentukan kapasitas maksimal sumur resapan. Perbedaan utama dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada lokasi pengamatan, di mana penelitian ini dilaksanakan di area dengan sistem drainase yang tidak efisien, sementara penelitian ini dilakukan di lokasi yang sama sekali tidak memiliki sistem drainase.

## 2.2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merujuk pada proses perputaran air yang berlangsung tanpa henti di planet kita melalui beragam fase, termasuk penguapan, transpirasi, pengembunan, curah hujan, infiltrasi, perkolasi, dan aliran di permukaan. Proses ini sangat vital bagi keberlangsungan keseimbangan sumber daya air di dunia dan mendukung eksistensi berbagai bentuk kehidupan (Suripin, 2018). Peran siklus hidrologi sangat krusial dalam manajemen hujan, khususnya dalam aspek perancangan sistem sumur resapan.

Sumur resapan dirancang untuk memperbaiki proses infiltrasi, sehingga dapat mengurangi aliran air di permukaan dan menekan kemungkinan terjadinya genangan atau banjir di area kota. Selain itu, sumur resapan juga memiliki kontribusi penting dalam menjaga ketersediaan air tanah. Dengan memungkinkan air hujan menyerap ke dalam tanah, sumur resapan berfungsi untuk mempertahankan tingkat muka air tanah dan mencegah masuknya air laut di kawasan pesisir (Hendrarto, 2019).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Cerdika.com, 2013)

Siklus air adalah proses yang berlangsung secara alami tanpa henti dan mencakup pergerakan air melalui berbagai fase. Dalam siklus ini, air mengalami transformasi bentuk dan pergerakan yang dipengaruhi oleh elemen seperti suhu, tekanan, dan gaya gravitasi. Proses utama yang terdapat dalam siklus hidrologi meliputi:

1. Evaporasi (Penguapan)

Evaporasi merupakan perubahan air dari fase cair menjadi uap akibat pemanasan oleh sinar matahari. Proses ini terjadi di lokasi seperti permukaan laut, sungai, danau, serta tanah yang memiliki kandungan air. Ketika suhu lingkungan meningkat, laju evaporasi juga akan meningkat.

2. Transpirasi

Transpirasi adalah proses di mana air menguap melalui stomata yang ada di daun tanaman. Air yang diambil oleh akar tumbuhan akan menguap keluar melalui daun dan dilepaskan ke udara dalam bentuk uap. Transpirasi menghasilkan pelepasan uap air dalam jumlah besar dan memainkan peran penting dalam siklus air global.

3. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan kombinasi dari proses evaporasi dan transpirasi. Proses ini menunjukkan total air yang menguap ke atmosfer baik dari permukaan tanah maupun dari tanaman. Evapotranspirasi memengaruhi jumlah air yang tersedia di suatu area tertentu.

#### 4. Kondensasi

Kondensasi terjadi saat uap air di udara mendingin dan bertransformasi menjadi tetesan air kecil yang membentuk awan. Proses ini berlangsung akibat perubahan suhu udara, dimana uap air mencapai keadaan jenuh dan mulai beralih dari fase gas ke fase cair.

#### 5. Presipitasi (Hujan)

Presipitasi merupakan proses dimana air jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi dalam bentuk hujan, salju, atau hujan es. Proses ini terjadi ketika tetesan air dalam awan saling bergabung menjadi lebih besar hingga akhirnya jatuh ke bumi karena gravitasi.

#### 6. Infiltrasi dan Perkolasi

Infiltrasi adalah proses di mana air diserap oleh tanah melalui pori-pori yang ada. Air yang masuk akan bergerak ke lapisan yang lebih dalam melalui proses perkolasi, yang kemudian mengisi cadangan air tanah.

#### 7. Aliran Permukaan (Runoff)

Aliran permukaan terjadi apabila air hujan tidak terserap oleh tanah dan mengalir di permukaan bumi menuju sungai, danau, atau laut. Jika volume air yang mengalir terlalu banyak dan sistem drainase tidak dapat menampungnya, akan mengakibatkan genangan atau banjir.

### **2.3. Analisis Curah Hujan**

Curah hujan yang direncanakan adalah perkiraan mengenai jumlah hujan yang akan turun di suatu daerah aliran sungai. Informasi mengenai hujan menjadi elemen kunci dari data hidrologi, yang sangat dibutuhkan dalam

berbagai analisis perencanaan. Untuk menentukan hujan rencana tahunan, kita dapat menggunakan pendekatan Distribusi Gumbel, Log Pearson Tipe III, Probabilitas Normal, dan Probabilitas Log Normal.

1. Distribusi normal

Distribusi normal juga dikenal dengan sebutan distribusi Gauss. Secara ringkas, rumus untuk distribusi normal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \quad 2.1$$

Dengan :

$X_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai  $K_T$  dapat di lihat pada Tabel berikut.

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi

No	Periode Ulang	Peluang	$K_T$
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	2,00	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Gauss

(Sumber: Bonnier, 1980 dalam Suripin, 2004)

## 2. Distribusi Log Normal

Jika variabel acak  $Y = \text{Log } X$  memiliki distribusi normal, maka  $X$  dapat dinyatakan mengikuti distribusi Log Normal yang ditulis sebagai:

$$Y_T = Y + K_T \bar{Y} \times S \quad 2.2$$

Dengan :

$Y_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang

$$Y_T = \text{Log } X$$

$\bar{Y}$  = Nilai rata-rata hitung variat

$S$  = Deviasi standar nilai variat

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang. Nilai

$K_T$  dapat dilihat pada Tabel 2.1 nilai variabel reduksi Gauss.

## 3. Distribusi Log-person III

Persamaan sebaran Log-person III sangat mirip dengan persamaan sebaran Log Normal, karena keduanya mengubah data ke dalam bentuk logaritmik.

$$Y_T = Y + K_T \bar{Y} \times S \quad 2.3$$

Dengan :

$Y_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang

$$Y_T = \text{Log } X$$

$\bar{Y}$  = Nilai rata-rata hitung variat

$S$  = Deviasi standar nilai variat

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai  $K_T$  dapat dilihat pada Tabel 2.1 nilai variabel reduksi Gauss.

Nilai  $K_T$  bergantung pada nilai koefisien kemencengan  $G$ ; harga  $K_T$  untuk berbagai nilai kemencengan  $G$  ditunjukkan dalam Tabel 2.2, jika nilai  $G$  sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Tabel 2.2 Nilai  $K_T$  untuk Distribusi Log-Person III

Koef. $G$	Interval kejadian (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persenta se peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,892	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769

-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber: Suripin, 2004)

#### 4. Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut :

$$X_{Tr} = X + K \bar{X} S \quad 2.4$$

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad 2.5$$

Dengan :

$X_T$  = Besarnya curah hujan untuk periode tahun berulang  $T_r$  tahun (mm)

$T_r$  = Periode tahun berulang (mm)

$\bar{X}$  = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

$S$  = Standard deviasi

$K$  = Faktor frekuensi

$Y_{Tr}$  = *Reduced variate*

$Y_n$  = *Reduced mean*

$S_n$  = *Reduced standard*. Besarnya nilai  $S_n$ ,  $Y_n$  dan  $Y_{Tr}$  dapat dilihat dalam Tabel

2.3, 2.4, 2.5 berikut:

Tabel 2.3 *Reduced mean* ( $Y_n$ )

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(sumber, suripn, 2004)

Tabel 2.4 *Reduced standard deviation* ( $S_n$ )

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,209	1,2093	1,2096

(Sumber: suripin, 2004)

Tabel 2.5 *Reduced variate* ( $Y_{Tr}$ )

Periode Ulang Tr (tahun)	<i>Reduced Variate</i> $Y_{Tr}$	Periode Ulang Tr (tahun)	<i>Reduced Variate</i> $Y_{Tr}$
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087

50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 2.6 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

No	Jenis Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$Cs \approx 0$
		$Ck \approx 3$
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Gumbel	$Cs = 1,14$
		$Ck = 5,4$
4	Log Pearson III	Selain nilai di atas.

(Sumber : Triatmodjo, 2008)

Sebelum melakukan analisis data curah hujan dengan salah satu distribusi yang disebutkan di atas, diperlukan untuk berkonsultasi dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi mana yang paling sesuai digunakan. Ini termasuk parameter berikut:

$$1. \text{ Rata-rata } (\bar{X}) = \frac{1}{n} \sum_i^n x_i \quad 2.6$$

$$2. \text{ Simpangan baku } (S) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left( \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)} \quad 2.7$$

$$3. \text{ Koefisien variasi } (CV) = \frac{S}{\bar{X}} \quad 2.8$$

$$4. \text{ Koefisien skewness } (CS) = \frac{1}{(n-1).(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad 2.9$$

$$5. \text{ Koefisien ketajaman } (CK) = \frac{1}{(n-1).(n-2).(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad 2.10$$

Keterangan :

$n$  = Jumlah data

$s$  = Simpangan baku

$\bar{x}$  = Rata-rata data

$x_i$  = Data hujan atau debit ke- $i$

$C_v$  = Koefisien varian

$C_s$  = Koefisien skewnees

$C_k$  = Koefisien kurtois

#### 2.4. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu waktu atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah intensitasnya meningkat seiring dengan periode ulang yang lebih lama dan intensitas yang lebih tinggi. Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang terjadi dalam jangka waktu tertentu yang diukur dalam milimeter per jam.

Rumus Mononobe digunakan untuk mengukur intensitas hujan, yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad 2.11$$

Keterangan :

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$t$  = Lamanya hujan (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum harian 24 jam (mm)

Jika data yang tersedia adalah data curah hujan jangka pendek dapat dihitung dengan menggunakan rumus Talbot :

$$I = \frac{a}{t-b} \quad 2.12$$

Dengan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

a dan b = Kondisi yang bergantung pada lamanya hujan di DAS  
Metode Kirpich adalah metode yang paling umum digunakan untuk daerah aliran kecil dengan luas kurang dari 2 km<sup>2</sup>. Persamaan empiris berikut dapat digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi, menurut Kirpich (1940):

$$T_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \quad 2.13$$

Dengan :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (menit)

L = Panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (meter)

S = Kemiringan rata-rata saluran (elevasi beda dibagi panjang saluran)

## 2.5. Banjir Rancangan

Sri Harto (1993) menyatakan bahwa banjir rancangan adalah besarnya debit banjir yang digunakan untuk menentukan kapasitas dan dimensi bangunan hidraulik. Dengan demikian, kerusakan yang disebabkan oleh banjir baik secara langsung maupun tidak langsung tidak boleh terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui. Untuk menemukan nilai banjir rancangan, ada banyak cara.

### 2.5.1. Debit Banjir Maksimum Metode Rasional

Metode rasional USSCS (1973) adalah metode yang paling umum digunakan untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak. Model ini mudah digunakan dan mudah digunakan, tetapi hanya dapat digunakan untuk DAS-DAS dengan ukuran kurang dari 300 ha. Selain itu, model ini tidak dapat menerangkan hubungan antara curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Persamaan metode rasional dapat diuraikan sebagai berikut:

$$Q = 0,002778 C \cdot I \cdot A \cdot 2.14$$

Dengan :

Q = Laju aliran permukaan (debit) puncak (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien aliran permukaan ( $0 \leq C \leq 1$ )

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (ha)

### 2.5.2. Koefisien Aliran Permukaan ( Runoff )

Koefisien aliran permukaan (C) adalah rasio antara aliran permukaan dengan intensitas hujan di suatu wilayah tangkapan. Pada kenyataannya, koefisien ini dihitung dengan menghitung berapa banyak hambatan yang terjadi atau berapa banyak curah hujan yang hilang dari aliran permukaan. Kehilangan ini sebagian besar dipengaruhi oleh vegetasi, infiltrasi, kolam-kolam permukaan, dan evapotranspirasi. Tipe tata guna lahan pada area catchmen menentukan koefisien aliran permukaan. Koefisien aliran permukaan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$C_{komposit} = \frac{\sum(C_i)(A_i)}{A_{total}} \cdot 2.15$$

Keterangan :

$C_{komposit}$  = Nilai koefisien gabungan

$C_i$  = Nilai C satu tata guna lahan pada daerah tangkapan tertentu

$A_i$  = Luasan wilayah satu tata guna lahan pada daerah tangkapan

$A_{total}$  = Nilai total dari  $A_i$

Harga koefisien limpasan (C) dapat dilihat pada Tabel 2.8 Harga Koefisien Limpasan

Tabel 2.7 Harga Koefisien Limpasan (C)

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C	
1	Bisnis	a. Perkotaan	0,70 - 0,95
		b. Pinggiran	0,50 - 0,70
2	Perumahan	a. Rumah Tunggal	0,30 - 0,50
		b. Multiunit, Terpisah	0,40 - 0,60
		c. Multiunit, Tergabung	0,60 - 0,75
		d. Perkampungan	0,25 - 0,40
		e. Permukiman padat	0,70 - 0,90
3	Industri	a. Ringan	0,50 - 0,80
		b. Berat	0,60 - 0,90
4	Perkerasan	a. Aspal dan Beton	0,70 - 0,95
		b. Batubata, paving	0,50 - 0,70
5	Halaman, Tanah berpasir	a. Datar 2%	0,05 - 0,10
		b. Rata - rata 2-7 %	0,10 - 0,15
		c. Curam 7%	0,15 - 0,20
6	Hutan	a. Datar 0-5 %	0,10 - 0,40
		b. Bergelombang, 5-10 %	0,25 - 0,50
		c. Berbukit 10-30 %	0,30 - 0,60
9	Taman tempat bermain	0,20 - 0,35	
10	Taman, pekuburan	0,10 - 0,25	
11	Halaman, Tanah berat	a. Datar 2%	0,13 - 0,17
		b. Rata - rata 2-7 %	0,18 - 0,22
		c. Curam 7%	0,25 - 0,35

(Sumber: Suripin, 2004)

### 2.5.3. Analisis Volume Genangan Air

Dalam hidrologi, teknik sipil, dan manajemen sumber daya air, analisis volume genangan air sangat penting. Ini digunakan untuk mengetahui jumlah air yang tertampung dalam area yang tergenang seperti kolam, danau buatan, cekungan, atau wilayah banjir. Volume genangan air dipengaruhi oleh:

- Luas area genangan ( $m^2$ )
- Kedalaman air (m)
- Bentuk topografi permukaan yang tergenang

Kapasitas tampungan air, desain sistem drainase atau embung, penilaian risiko banjir, dan perencanaan irigasi dan pengendalian air adalah semua tujuan dari analisis ini.

#### 1. Volume Dasar Sederhana ( Bentuk Prisma ) :

Jika area genangan air datar dan memiliki kedalaman seragam:

$$V = A \cdot h \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan :

V = Volume air ( $m^3$ )

A = Luas area genangan ( $m^2$ )

h = Kedalaman air (m)

#### 2. Volume genangan tak beraturan (kontur/topografi)

Untuk genangan dengan kontur tidak beraturan, digunakan metode numerik seperti:

- Metode Simpson (untuk beberapa penampang):

$$V = \frac{h}{3} \cdot [A_1 + 4A_2 + A_3] \dots\dots\dots 2.17$$

Keterangan :

h = Jarak vertikal antara kontur (atau interval tinggi)

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> = Luas penampang kontur berurutan

Metode ini bisa diperluas untuk banyak penampang dengan aturan Simpson 1/3 atau trapezoidal.

- Metode Prisma Trapesium (untuk perhitungan bertahap)

Jika diketahui luas genangan pada beberapa kedalaman :

$$V = \sum \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot \Delta h \right) \dots\dots\dots 2.18$$

Keterangan :

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> = Luas permukaan genangan pada dua kedalaman berbeda

Δh = Selisih kedalaman antar kontur

## 2.6. Konsep Dasar Sumur Resapan

Sumur resapan adalah metode konservasi air yang menampung dan meresap air hujan ke dalam tanah untuk mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan cadangan air tanah (Kodoatie & Sjarief, 2010). Prinsip kerja sumur resapan adalah menahan air hujan dalam wadah sebelum meresap ke dalam tanah melalui daya infiltrasi tertentu di dinding dan dasar sumur.

Sumur resapan pada dasarnya dibangun di atas permukaan tanah dengan tujuan menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Menurut Suripin (2004), fungsi utama sumur resapan adalah untuk menampung air

sementara memberi air hujan waktu yang cukup untuk meresap ke dalam tanah, sehingga pengisian air tanah menjadi optimal.

Ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari pembangunan sumur resapan, diantaranya :

1. Mempertahankan tinggi muka air tanah dan menambah cadangan air tanah.
2. Mengurangi / menahan intrusi air laut pada daerah pantai.
3. Mengurangi aliran permukaan sehingga dapat mengurangi dan mencegah terjadinya genangan air dan banjir.
4. Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah.
5. Mencegah penurunan tanah (*land subsidence*).

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2014, Pedoman Teknis Sumur Resapan Air Hujan, menetapkan bahwa sumur resapan harus memenuhi beberapa persyaratan teknis. Persyaratan tersebut meliputi:

- Dibangun di daerah yang memiliki daya serap tanah yang baik.
- Memiliki kedalaman yang tidak mengganggu muka air tanah.
- Dirancang dengan kapasitas yang mampu menampung air hujan dari daerah tangkapan air sekitarnya.

Penerapan sumur resapan sangat efektif di wilayah yang tidak memiliki sistem drainase, karena dapat berfungsi sebagai solusi alternatif dalam mengelola limpasan air hujan yang tidak dapat dialirkan melalui saluran drainase konvensional.

Secara teoritis, menurut Suripin (2004), volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan antara air yang masuk kedalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah. Dengan teori seperti diatas maka dapat dituliskan dengan persamaan :

$$H = \frac{Q}{FK} \left( 1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right) \quad 2.19$$

Keterangan :

H = Tinggi muka air dalam sumur (m),

F = Faktor Geometrik (m),

Q = Debit air masuk (m<sup>3</sup>/dtk),

T = Waktu pengaliran (detik),

k = Koefisien permeabilitas tanah (m/dtk),

R = Jari-jari sumur (m)

## 2.7. Perhitungan Debit Resap

Hasil uji pemodelan tanah menghasilkan nilai permeabilitas untuk berbagai komposisi tanah. Nilai permeabilitas ini digunakan untuk menghitung debit resapan.

1. Perhitungan debit resapan digunakan rumus :

$$Q_{resapan} = F \cdot k \cdot H \quad 2.20$$

Keterangan :

Q<sub>resapan</sub> = Debit air masuk (m<sup>3</sup>/dtk),

H = Tinggi muka air dalam sumur (m),

F = Faktor Geometrik (m),

k = Koefisien permeabilitas tanah (m/dtk)

## 2. Volume Sumur Resapan

Rumus volume tabung berikut dapat digunakan untuk menghitung volume sumur resapan:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H \quad 2.21$$

Keterangan :

V = Volume sumur resapan (m<sup>3</sup>)

R = Radius hidrolik atau jari- jari sumur resapan (m)

H (t) = Kedalaman sumur resapan (m)

## 3. Kapasitas Sumur Resapan

Menghitung kapasitas sumur resapan menggunakan rumus :

$$V = 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H \quad 2.22$$

Keterangan :

V = Volume sumur resapan (m<sup>3</sup>)

D = diameter sumur resapan (m)

H = Kedalaman sumur resapan (m)

## 4. Waktu Resap Air Kedalam Tanah

Menghitung waktu pengisian sumur atau waktu resapan menggunakan rumus :

$$t_{resap} = \frac{V_{sumur}}{Q_{serap}} \quad 2.23$$

Keterangan :

Tresap = Waktu resap air ke dalam tanah (menit)

Vsumur = Kapasitas sumur resapan (m<sup>3</sup>)

Qresap = Debit resap sumur resapan (m<sup>3</sup>/detik)

5. Waktu pengisian sumur resapan

$$t_{pengisian} = \frac{V_{sumur}}{Q_{sumur}} \cdot 2.24$$

Keterangan :

Tpengisian = Waktu resap air ke dalam tanah (menit)

Vsumur = Kapasitas sumur resapan (m<sup>3</sup>)

Qresap = Debit resap sumur resapan (m<sup>3</sup>/detik)

Untuk menjamin hasil yang optimal dan tidak mengganggu bangunan lain, sumur resapan harus dibangun dengan jarak minimum yang harus diperhatikan. Jarak minimum ini tercantum dalam Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Jarak Minimum Sumur Resapan Dengan Bangunan Lainnya

No	Bangunan/Obyek yang ada	Jarak minimal dengan sumur resapan (m)
1	Bangunan/rumah	3,0
2	Batas pemilikan lahan/kapling	1,5
3	Sumur untuk air minum	10,0
4	Septik tank	10,0
5	Aliran air (sungai)	30,0
6	Pipa air minum	3,0
7	Jalan umum	1,5
8	Pohon besar	3,0

(Sumber: Cotteral and Norris dalam Suripin, 2004)

Dalam Suripin, 2004, ukuran sumur yang diperlukan untuk suatu lahan dipengaruhi oleh dua faktor:

1. Luas permukaan penutupan, yaitu tanah di mana air akan ditampung dalam sumur resapan.
2. Karakteristik hujan, yaitu intensitas, lama, dan selang waktu hujan.

Koefisien permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk melewatkan air dalam satuan waktu. Permeabilitas tanah yang digunakan untuk sumur resapan termasuk dalam tiga kategori:

1. Permeabilitas tanah sedang (geluh/lanau, 2-6.5 cm/jam)
2. Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, 6.5-12.5 cm/jam)
3. Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, > 12.5 cm/jam).

## **2.8. Analisis Infiltrasi Air Pada Tanah**

Dalam hidrologi dan perencanaan konservasi air, analisis infiltrasi air pada tanah adalah penting. Infiltrasi adalah proses masuknya air ke dalam tanah dari permukaannya. Tekstur tanah, kelembaban awal, vegetasi, dan struktur tanah memengaruhi tingkat infiltrasi.

1. Faktor-faktor yang memengaruhi infiltrasi :
  - a Tekstur tanah  
Memiliki laju infiltrasi yang lebih tinggi daripada tanah liat.
  - b Struktur tanah  
Tanah berpori dan berstruktur baik meningkatkan infiltrasi.
  - c Kandungan air awal  
Tanah kering menyerap air lebih cepat pada awalnya.

d Vegetasi

Akar tanaman menciptakan pori-pori dan memperbaiki struktur tanah.

e Penutupan lahan

Lahan terbuka atau padat, juga dikenal sebagai kompresi, mengurangi laju infiltrasi.

2. Jenis-jenis infiltrasi :

a Infiltrasi awal

Tinggi di awal hujan, lalu menurun.

b Infiltrasi tetap

Laju stabil setelah waktu tertentu.

Tabel 2.9 Laju infiltrasi tipikal kelompok tanah setelah 1 jam

Kelompok	Laju infiltrasi setelah 1 jam, mm/jam
Tinggi (tanah berpasir)	12,50 – 25,00 mm/jam
Menengah (banyak geluh, lempung, lumpur)	2,50 – 12,50 mm/jam
Rendah (banyak lempung, geluh lempung)	0,50 – 2,50 mm/jam

Rumus infiltrasi air pada tanah yaitu :

1. Model Horton

$$f = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-kt} \quad 2.25$$

$$k = (f_0 - f_c)/f_c$$

Keterangan :

f = Laju infiltrasi (cm/jam)

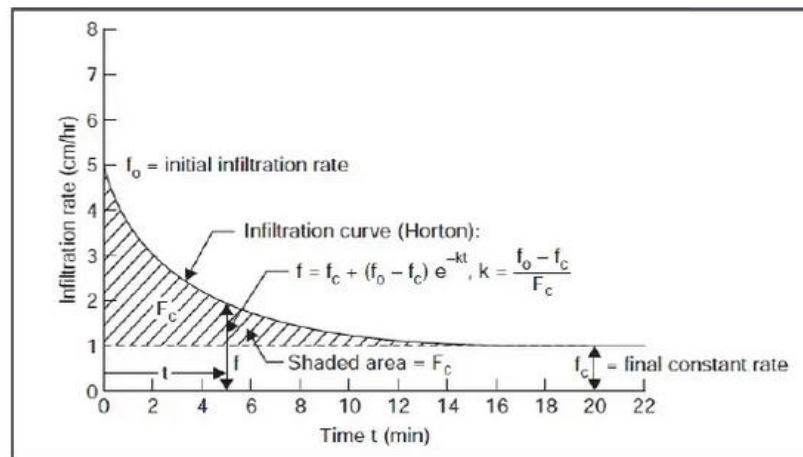
f<sub>0</sub> = Laju infiltrasi awal (cm/jam)

f<sub>c</sub> = Laju infiltrasi akhir (cm/jam)

$k$  = Konstan penurunan (1/jam)

$t$  = Waktu (jam)

$e$  = Bilangan dasar logaritma naperin (sekitar 2,718)



Gambar 2.2 Kurva infiltrasi menurut Horton  
(Sumber: Google 2025)

Laju infiltrasi dan waktu menentukan jumlah air yang meresap ke dalam tanah selama suatu waktu. Laju infiltrasi pada waktu tertentu ditulis sebagai  $f(t)$ , dan infiltrasi kumulatif,  $F(t)$ , adalah total air yang meresap ke dalam tanah.

Tabel 2.10 Perkiraan parameter untuk rumus Horton

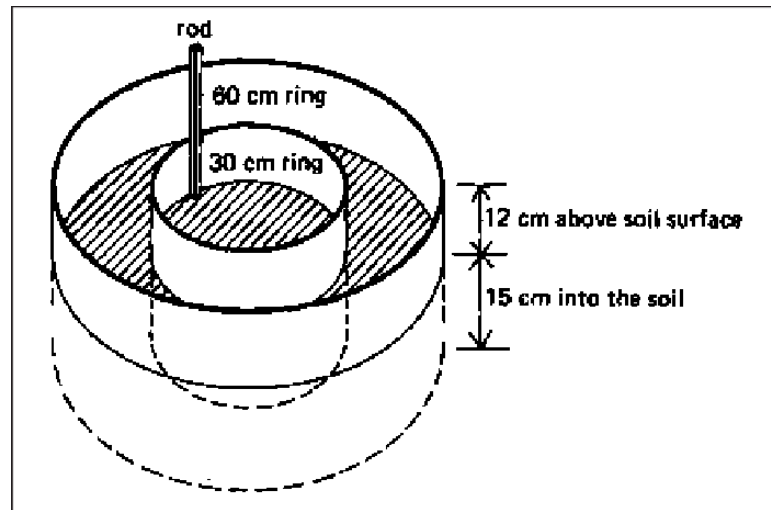
Soil and Cover Complex	$f_0$ (mm/jam)	$f_c$ (mm/jam)	$k$ Menit <sup>1</sup>
Standart agricultural (bare)	280	6 - 220	1,6
Standart agricultural (turfed)	900	20 - 290	0,8
Peat	325	2 - 29	1,8
Fine Sandy Clay (bare)	210	2 - 25	2,0
Fine Sandy Clay (turfed)	670	10 - 30	1,4

Sumber: Hydrology hanbook, 1949

## 2. Motode Pengukuran

### a. Alata dan bahan

- Double Ring Infiltrometer (cincin ganda: diameter dalam 30 cm, diameter luar 60 cm)
  - Ember atau galon air
  - Stopwatch
  - Penggaris atau meteran
  - Termometer tanah (opsional)
  - Buku catatan & alat tulis
- b. Pengukuran lapangan
- Pilih lokasi yang datar dan representatif dari kondisi lahan.
  - Bersihkan permukaan dari rumput, daun, atau batu.
  - Tanam kedua cincin (dalam dan luar) ke dalam tanah sedalam  $\pm 10$ –15 cm.
  - Isi kedua cincin dengan air hingga ketinggian  $\pm 10$  cm.
  - Mulai stopwatch saat air mulai menyerap.
  - Catat penurunan permukaan air di cincin dalam setiap interval waktu (misal: tiap 5 menit) selama 1–2 jam.
  - Pertahankan tinggi air di cincin luar untuk menjaga distribusi aliran vertikal.



Gambar 2.3 Alat double ring infiltrometer (diamond & Shanley, 2003)

Tabel 2.11 Form pengukuran laju infiltrasi

T ke	Jam	T (menit ke )	$\Delta t$	Hc	$\Delta hc$	F	Ket:
to		0	10				
t1		10	10				
t2		20	10				
t3		30	10				
t4		40	10				
dst..							

**Keterangan:**

F : laju infiltrasi (cm/jam)

$\Delta t$  : Selang waktu pengukuran (menit)

Hc : Tinggi muka air awal (cm)

$\Delta hc$  : Perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (cm)

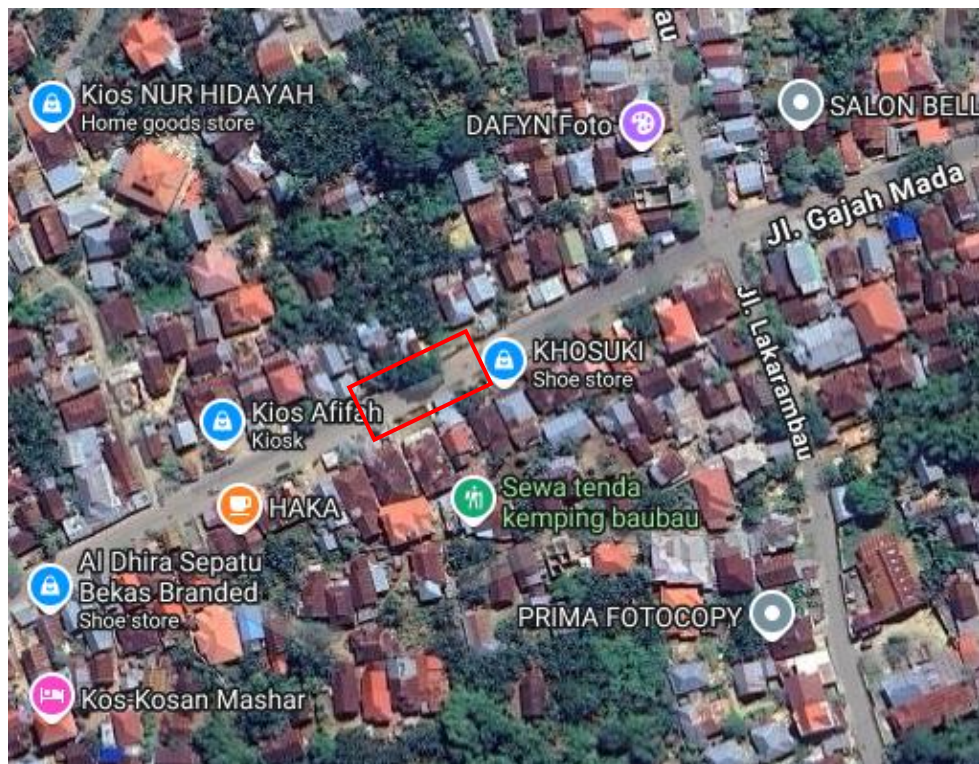
## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1. Lokasi Penelitian

Studi ini dilakukan di Jalan Dayanu Ikhsanuddin di Kelurahan Lipu, Kecamatan Betoambari, Kota Baubau, Provinsi Sulawesi Tenggara. Pilihan lokasi ini didasarkan pada fakta bahwa sistem drainase yang tidak memadai di daerah tersebut menyebabkan genangan air hujan sering terjadi, terutama selama hujan yang intens.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian Jalan Dayanu Ikhsanuddin Kelurahan Lipu Kecamatan Betoambari Kota Baubau (Sumber : Google Map, 2025)

### **3.1.2. Waktu Penelitian**

Di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, Kecamatan Betoambari, Kota Baubau, akan dilakukan penelitian tentang perancangan sistem resapan air dengan tujuan mengoptimalkan proses infiltrasi untuk mengurangi genangan air dari Maret hingga Juli 2025. Penelitian ini mencakup membaca literatur, melakukan survei di lokasi, mengumpulkan data, melakukan analisis data, dan merancang sistem resapan air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan proses infiltrasi untuk mengurangi genangan air di lokasi penelitian.

### **3.2. Jenis Penelitian**

Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Menurut Poerwandari (1998), penelitian kualitatif adalah jenis penelitian yang mengumpulkan dan mengolah data deskriptif. transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, video, dan sebagainya. Penelitian survei (survey studies), studi kasus (case studies), penelitian perkembangan (development studies), penelitian tidak lanjut (followup studies), analisis dokumen (documentary analysis), dan kolerasi (correrrational studies) adalah beberapa jenis penelitian yang termasuk dalam kategori penelitian deskriptif (dalam Arikunto, 1990).

### **3.3. Metode Pengumpulan Data**

#### **1. Pengamatan Lapangan**

Observasi lapangan digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan informasi dan data yang tidak diperoleh dari perpustakaan dan untuk membuktikan bahwa data umum dari literatur benar. Observasi lapangan

bertujuan untuk mengumpulkan data langsung dari lingkungan atau situasi yang sedang diteliti.

## 2. Dokumentasi

Untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan dapat dipertanggungjawabkan dan digunakan secara efektif, dokumentasi sistematis diperlukan. Ini mencakup tanggal, catatan, dokumen, notulen, dan kamera.

## 3. Pengukuran

Data lapangan diperoleh melalui pengukuran. Data ini akan digunakan sebagai referensi untuk proses analisis dan penyampaian hasil penelitian.

### **3.4. Instrumen Penelitian**

Untuk menjamin pengukuran yang akurat dan data yang dapat diandalkan, peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gps
2. Camera
3. Meter
4. Alat tulis (pulpen / papan data)

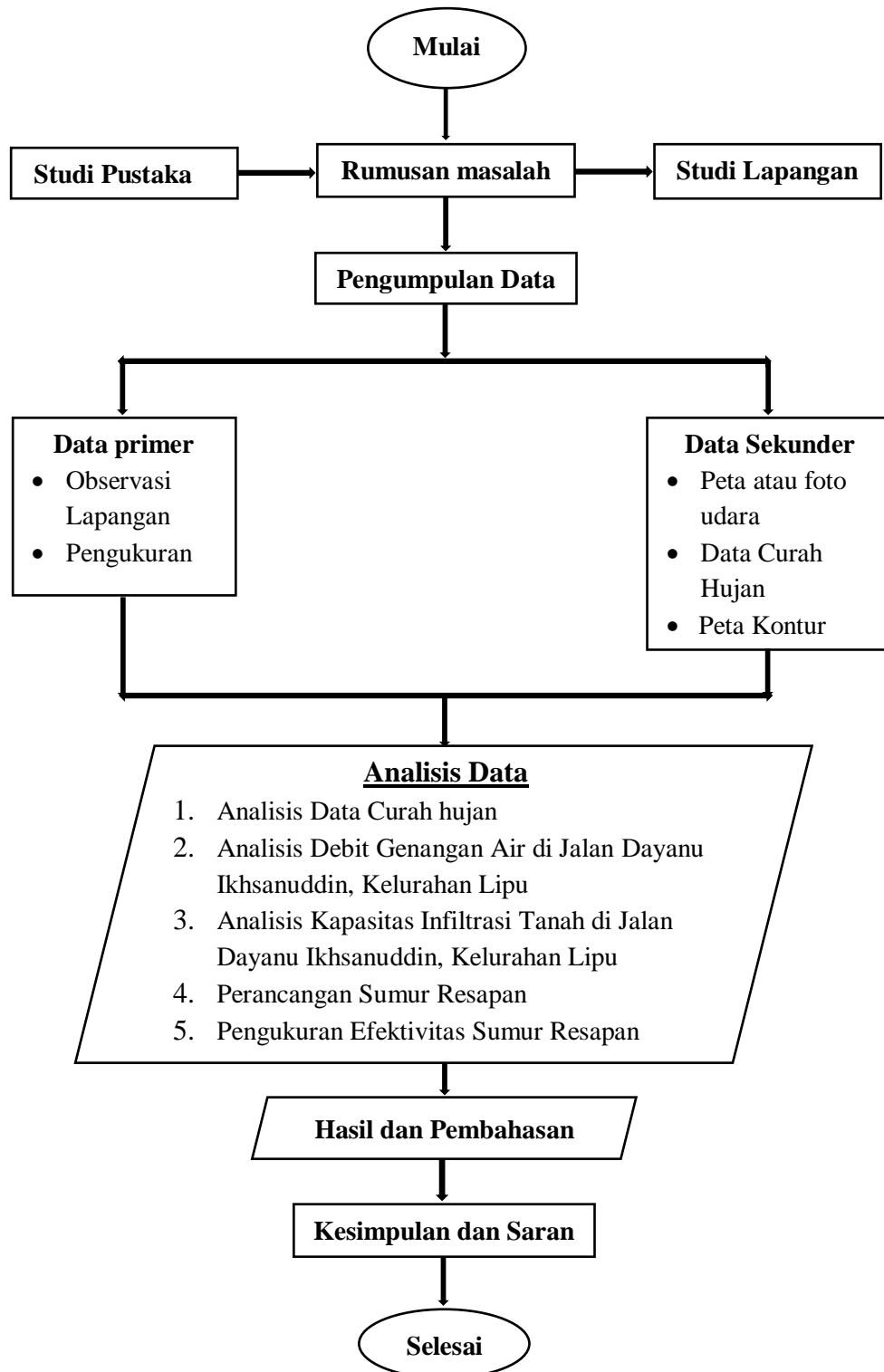
Selain itu, komputasi dalam penelitian ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak (software aplikasi). Perangkat keras yang digunakan adalah laptop sedangkan, dan software (perangkat lunak/aplikasi) yang digunakan adalah Microsoft Word 2013, Microsoft Excel 2013, dan AutoCad 2010.

### **3.5. Metode Analisis Data**

Untuk melakukan analisis, data dikumpulkan dalam dua tahap:

1. Analisis data curah hujan
2. Analisis debit genangan air di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, Kecamatan Betoambari, Kota Baubau
3. Memeriksa kapasitas infiltrasi tanah di Jalan Dayanu Ikhsanuddin di Kelurahan Lipu, Kecamatan Betoambari, Kota Baubau.
4. Membangun solusi pengelolaan air hujan dengan sumur resapan.
5. Mengevaluasi seberapa efektif sumur resapan dalam mengurangi genangan air di lokasi penelitian.

### 3.6. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan untuk periode 10 tahun, dari 2015 hingga 2024. Stasiun Meteorologi Betoambari, yang berlokasi di Kompleks Bandar Udara Betoambari di Kelurahan Katobengke, Kecamatan Betoambari, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara, mengumpulkan data curah hujan maksimum setiap hari. Data curah hujan yang digunakan adalah jumlah hujan tertinggi yang dicatat setiap tahun. Tabel 4.1 menunjukkan rincian data:

Tabel 4.1 Curah Hujan Tahunan Stasiun Meteorologi Betoambari

DATA CURAH HUJAN TAHUN 2001-2024 STASIUN METEOROLOGI BETO AMBARI													
TAHUN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	MAX
2001	146	60	74	33	23	135	40	0	6	15	93	33	146
2002	31	59	53	53	50	5	1	15	0	7	17	52	59
2003	48	85	55	31	156	40	40	2	2	7	28	56	156
2004	30	17	30	28	24	87	12	0	5	4	31	60	87
2005	58	71	80	121	20	39	22	2	0	40	40	44	121
2006	67	64	50	136	15	85	3	1	2	0	7	45	136
2007	46	140	64	46	55	77	16	9	10	10	63	44	140
2008	103	68	93	31	50	41	16	11	1	19	31	51	103
2009	27	45	31	33	21	11	51	0	27	1	13	100	100
2010	58	48	31	27	56	74	38	78	31	24	16	101	101
2011	41	66	156	28	38	127	25	9	18	33	41	51	156
2012	0	40	59	36	90	111	10	1	2	32	16	43	111
2013										9,2	49,5	57,7	57,7
2014	53	26,1	46,5	92,3	67,6	89	3,6	9,1	0	1,3	26,7	191,3	191,3
2015	39,2	97,4	37,3	77,7	68,2	8,7	1,2			0	0	59,3	97,4
2016	8,2	71,8	32,1	64	21,4	44,6	127,3	6	26,6	70,5	27,5	39	127,3
2017	59,9	39,1	72	69,7	57,7	116,1	44	7,9	53,5	29,1	43	78,3	116,1
2018	67,6	51,8	70,9	36,7	31,1	47,3	22,6	0	0	0	14,3	64,9	70,9
2019	36,2	23,9	59,7	34,6	23,9	10,4	62,5	0,2	0	5	6,4	57,7	62,5
2020	112,3	58	56,1	76,7	114,5	109	7,5	1	28,7	19,4	38,5	41,6	114,5
2021	54,8	28,5	35	38,8	52,7	39	31	33,9	54,9	21,1	72,9	121,7	121,7
2022	50	82	59,7	39,2	81,5	97,8	4,2	87,4	67	67	70,6	55	97,8
2023	36,1	33,6	36,5	36,4	70,5	41,1	8,7	0,8	0	0,5	32,4	111,8	111,8
2024	44,6	75	51,1	25,7	35,5	22,7	97	0,1	55,7	7,5	34	86	97

(Sumber : Stasiun Meteorologi Betoambari)

Curah hujan tertinggi tercatat pada tahun 2016, menurut tabel 4.1 yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Betoambari. Intensitas hujan tahun ini cukup besar dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Beberapa faktor dapat memengaruhi fenomena ini, seperti pola iklim yang berbeda dan kondisi atmosfer yang mendukung hujan lebat. Sebaliknya, curah hujan terendah tercatat pada tahun 2024, yang menandakan musim kemarau yang lebih panjang atau penurunan curah hujan secara keseluruhan. Fenomena cuaca seperti El Niño atau perubahan pola cuaca global yang mengakibatkan ketidangannya juga dapat memengaruhi penurunan curah hujan ini.

#### **4.2. Analisis Frekuensi Hidrologi**

Dengan menggunakan distribusi probabilitas/kemungkinan, tujuan analisis frekuensi hidrologi adalah untuk menentukan hubungan antara besarnya kejadian ektrim dan frekuensi kejadian. Tabel 4.1 menunjukkan data hujan maksimum tahunan yang diperlukan untuk analisis frekuensi.

Parameter statistik dibuat dari data curah hujan yang dikumpulkan. Selanjutnya, dicari hujan maksimum harian rata-rata pada setaip tahun tersebut. Menghitung nilai tengah, standar deviasi, koefisien variasi, nilai kurtosis, asimetri dan kemencengan, dan parameter statistik dan perkiraan distribusi yang cocok untuk digunakan.

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik

No	$X_i$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	127,3	25,60	655,36	16777,22	429496,73
2	121,7	20,00	400,00	8000,00	160000,00
3	116,1	14,40	207,36	2985,98	42998,17
4	114,5	12,80	163,84	2097,15	26843,55
5	111,8	10,10	102,01	1030,30	10406,04
6	97,8	-3,90	15,21	-59,32	231,34
7	97,4	-4,30	18,49	-79,51	341,88
8	97,0	-4,70	22,09	-103,82	487,97
9	70,9	-30,80	948,64	-29218,11	899917,85
10	62,5	-39,20	1536,64	-60236,29	2361262,49
Jumlah	1017		4069,64	-58806,40	3931986,02

(sumber : Hasil perhitungan, 2024)

- Menghitung Nilai Tengah

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1017}{10} = 101,7 \text{ mm}$$

- Menghitung Standar Deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}} \\ = \sqrt{\frac{4069,64}{(10 - 1)}} = 21,26 \text{ mm}$$

- Menghitung Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S_x}{\bar{X}} = \frac{21,26}{101,7} = 0,21$$

- Menghitung Asimetri/kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \\ = \frac{10 \times (-58806,40)}{(10-1)(10-2)(21,26)^3} = -0,85$$

- Menghitung Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$= \frac{10^2 \times (3931986,02)}{(10-1)(10-2)(10-3)(21,26)^4} = 3,82$$

Syarat penentuan pemilihan distribusi data curah hujan tercantum dalam Tabel 4.3, dan distribusi curah hujan yang digunakan harus memenuhi persyaratan parameter statistik distribusi:

Tabel 4.3 Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan

No	Jenis Distribusi	Persyaratan	Hasil	Kesimpulan
1	Normal	$Cs \approx 0$	-0,85	Ditolak
		$Ck \approx 3$	3,82	Ditolak
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$	0,64	Ditolak
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	3,73	Ditolak
3	Gumbel	$Cs = 1,14$	-0,85	Ditolak
		$Ck = 5,4$	3,82	Ditolak
4	Log Pearson III	Selain nilai di atas.	-	Diterima

(sumber : Hasil perhitungan, 2024)

Hasil perhitungan parameter statistik menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson III adalah distribusi yang memenuhi kriteria yang ditetapkan. Distribusi Normal, Log Normal, dan Gumbel ditolak karena tidak memenuhi persyaratan. Hujan harian maksimum rata-rata diurutkan dari besar ke kecil, kemudian dianalisis berdasarkan distribusi yang dipilih untuk menghasilkan jumlah hujan untuk periode ulang tertentu. seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Maksimum Metode Log pearson III

Metode Log Pearson III				
No	X <sub>i</sub>	Log X <sub>i</sub>	( Log X <sub>i</sub> - Log $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup>	( Log X <sub>i</sub> - Log $\bar{X}_1$ ) <sup>3</sup>
1	127,3	2,105	0,012	0,001
2	121,7	2,085	0,008	0,001
3	116,1	2,065	0,005	0,000
4	114,5	2,059	0,004	0,000
5	111,8	2,048	0,003	0,000
6	97,8	1,990	0,000	0,000
7	97,4	1,989	0,000	0,000
8	97,0	1,987	0,000	0,000
9	70,9	1,851	0,022	-0,003
10	62,5	1,796	0,041	-0,008
<b>Jumlah</b>	<b>1017</b>	<b>19,97</b>	<b>0,093</b>	<b>-0,009</b>

(sumber : Hasil perhitungan,2024)

- Menghitung Nilai Rata-Rata Variat

$$\text{Log X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} = \frac{19,97}{10} = 2,00$$

- Menghitung Nilai Standar Deviasi Variat

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}_1)^2}{(n - 1)}} \\ = \sqrt{0,09/(10 - 1)} = 0,10$$

Ketinggian hujan dengan periode ulang 10 tahun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 dan harga variable reduksi Gauss di Tabel 2.1.

$$\text{Log } X_T = \text{Log X} + K_t \cdot S$$

$$\text{Log } X_2 = \text{Log X} + K_t \cdot S$$

$$= 2,00 + 1,28 \times 0,10$$

$$= 2,13$$

$$X_2 = 133,49$$

Tabel 4.5 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan dengan periode ulang lainnya:

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Data Hujan dengan Distribusi Log pearson III

Periode	$\bar{Y}$	$K_t$	$S$	$Y = \text{Log } X_{tr}$	$X_{tr} \text{ (mm)}$
$T_2$	2,00	0	0,10	2,00	99,41
$T_5$	2,00	0,84	0,10	2,08	120,63
$T_{10}$	2,00	1,28	0,10	2,13	133,49
$T_{20}$	2,00	1,64	0,10	2,16	145,02
$T_{50}$	2,00	2,05	0,10	2,20	159,38
$T_{100}$	2,00	2,33	0,10	2,23	170,00

(Sumber : Hasil perhitungan, 2024)

#### 4.3. Analisis Intensitas Hujan

Persamaan 2.11 dapat digunakan untuk menghitung intensitas hujan, dengan asumsi bahwa nilai waktu hujan sama dengan waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) adalah waktu yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mencapai lokasi DAS atau kawasan drainase dari titik terjauh. Persamaan 2.13 digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi dalam penelitian ini. Perhitungan konsentrasi di lokasi penelitian ditunjukkan di sini.

$$l_s = 285,96 \text{ m}$$

$$n = 0,013$$

$$\Delta h = 47 - 39 = 8$$

$$S = \frac{\Delta h}{L} = \frac{8}{285,96} = 0,0280$$

$$T_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

$$T_c = 0,0195 \cdot 285,96^{0,77} \cdot 0,0280^{-0,385}$$

$$= 6,015 \text{ menit} \longrightarrow 0,10025 \text{ jam}$$

Setelah mengetahui waktu konsentrasi, langkah berikutnya adalah menghitung intensitas hujan. Ini dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.11 untuk menghitung jumlah curah hujan maksimum selama 24 jam ( $R_{24}$ ) yang telah dianalisis sebelumnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun adalah 133,49 mm. Perhitungan intensitas hujan pada sungai Baubau dengan periode ulang 10 tahun adalah sebagai berikut:

$$R_{24} = 133,49 \text{ mm}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{133,49}{24} \left( \frac{24}{0,10025} \right)^{2/3}$$

$$= 214,448 \text{ mm/jam}$$

Untuk kala ulang 10 tahun, intensitas hujan sungai Baubau adalah 214,448 mm/jam, menurut perhitungan yang dilakukan. Nilai intensitas hujan periode ulang lain dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut:

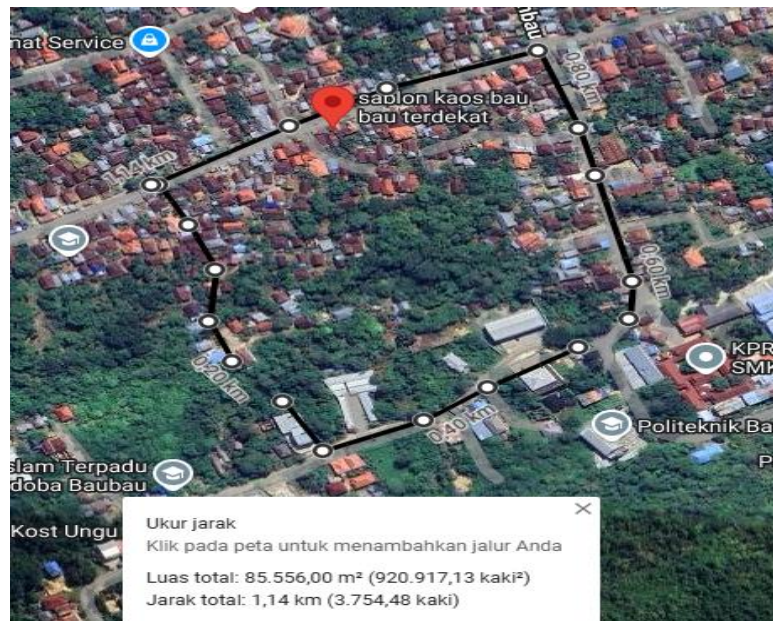
Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Intensitas Hujan

Periode	$R_{24}$	t		I (mm/jam)
		Menit	Jam	
T <sub>2</sub>	99,41	6,015	0,10025	159,70
T <sub>5</sub>	120,63			193,78
T <sub>10</sub>	133,49			214,45
T <sub>20</sub>	145,02			232,98
T <sub>50</sub>	159,38			256,04
T <sub>100</sub>	170,00			273,10

(sumber : Hasil perhitungan, 2025)

#### 4.4. Analisis Koefisien Gabungan

Luas daerah tangkapan pada titik penelitian adalah 85.556,00 meter persegi, menurut fitur Measure Distance Google Maps. Selanjutnya, data ini digunakan sebagai salah satu variabel dalam analisis hidrologi untuk melihat bagaimana penggunaan lahan terbatas pada volume lintasan permukaan.



Gambar 4.1 Luas Lahan permukiman dan hutan pada sekitaran Kelurahan Lipu, Kota Baubau (Sumber : Google Maps, 2025)

Setelah mengetahui luas daerah tangkapan dan tingkat curah hujan, rumus rasional dapat digunakan untuk menghitung debit banjir puncak, yang juga dikenal sebagai debit limpasan. Perhitungan debit puncak dengan periode ulang sepuluh tahun berikut:

$$\begin{aligned} Q_p &= 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,00278 \times 0,90 \times 214,448 \times 85.556,00 \\ &= 45.904,98 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dengan periode ulang sepuluh tahun, debit puncak aliran Sungai Baubau adalah 1.058,27 m<sup>3</sup>/s. Ini menunjukkan tingkat aliran puncak yang disebabkan oleh curah hujan selama periode ulang tersebut, yang dapat mempengaruhi kapasitas sungai untuk menampung limpasan permukaan. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menentukan nilai puncak aliran Sungai Baubau.

#### 4.5. Analisis Volume Genangan Air



*Gambar 4.2 Pengukuran pada lokasi penelitian di Jalan Dayanu Ikhsanudin, Kelurahan Lipu, Kota Baubau 2025*

Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa genangan air sering terjadi di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, Kota Baubau, terutama setelah hujan yang lebih lama dari satu jam. Genangan itu panjangnya sekitar 46,5 meter, lebarnya 10,5 meter, dan tingginya 30,2 sentimeter. Data yang diperoleh

dari survei lapangan digunakan untuk menganalisis volume genangan untuk menentukan tingkat keparahan genangan di lokasi tersebut.

$$A = 46,5 \times 10,5 = 488,25 \text{ m}^2$$

$$h = 30,2 \text{ cm} \longrightarrow 0,302 \text{ m}$$

$$V = A \times h$$

$$V = 488,25 \text{ m}^2 \times 0,302 \text{ m}$$

$$= 147,45 \text{ m}^3$$

Volume genangan di lokasi penelitian adalah 147,45 meter kubik, menurut perhitungan yang dilakukan menggunakan metode geometri. Menurut nilai ini, genangan terjadi karena sistem drainase yang ada tidak dapat menampung limpasan air hujan. Perencanaan sistem resapan air atau peningkatan kapasitas saluran drainase harus dilakukan untuk mengatasi kondisi ini. 4.6. Tinjauan Tingkat Infiltrasi Tanah

#### 4.6. Analisis Laju Infiltrasi Tanah



Gambar 4.3 Pengujian infiltrasi pada lokasi penelitian di Jalan Dayanu Ikhsanudin, Kelurahan Lipu, Kota Baubau 2025

Intensitas curah hujan harian maksimum mencapai 214,448 mm/hari selama 10 tahun terakhir, menurut data Stasiun Klimatologi Betoambari. Laju infiltrasi pada awal pengujian ( $t_1$ ), sebesar 0,46 cm/menit, relatif tinggi, menunjukkan bahwa kondisi tanah masih kering dan mampu menyerap air dengan cepat, seperti yang ditunjukkan oleh hasil pengamatan laju infiltrasi menggunakan metode double ring infiltrometer. Laju infiltrasi menurun seiring waktu dan mulai stabil pada interval waktu ( $t_5$  hingga ( $t_{13}$ )), dengan nilai 0,28–0,34 cm/menit. Dengan demikian, laju infiltrasi stabil dapat dihitung berdasarkan rata-rata laju infiltrasi pada interval waktu tersebut, yaitu:

$$F_{\text{stabil}} = \frac{0,28 + 0,30 + 0,28 + 0,34 + 0,28 + 0,32}{6} = 0,30 \text{ cm/menit}$$

Kemampuan tanah untuk menyerap air secara konstan setelah mencapai kondisi jenuh ditunjukkan oleh nilai ini. Laju infiltrasi stabil 0,30 cm/menit atau 18 cm/jam diperoleh, yang merupakan salah satu parameter penting yang dapat digunakan untuk merencanakan sistem resapan air di lokasi penelitian. Tabel 4.7 menyajikan data hasil pengukuran uji infiltrasi tanah dengan metode infiltrometer dua ring.

Tabel 4.7 Uji Laju Infiltrasi Menggunakan Double Ring

T ke	Jam	T (menit ke)	$\Delta t$ (menit)	Hc (cm)	$\Delta hc$ (cm)	F (cm/jam)
t0	19:20	0	5	20		
t1	19:25	5	5	17,7	2,3	0,46
t2	19:30	10	5	15,9	1,8	0,36
t3	19:35	15	5	14,3	1,6	0,32
t4	19:40	20	5	12,6	1,7	0,34
t5	19:45	25	5	11,2	1,4	0,28
t6	19:50	30	5	9,7	1,5	0,30
t7	19:55	35	5	8,3	1,4	0,28

t8	20:00	40	5	6,6	1,7	0,34
t9	20:05	45	5	5,2	1,4	0,28
t10	20:10	50	5	3,6	1,6	0,32
t11	20:15	55	5	2,5	1,1	0,22
t12	20:20	60	5	1,7	0,8	0,16
t13	20:25	65	5	0	1,7	0,34

(Sumber : Hasil Pengujian, Juli 2025)

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan dengan interval waktu setiap lima menit dari pukul 19:20 hingga 20:25 WITA, seperti yang ditunjukkan dalam hasil analisis pada tabel 4.7. Untuk percobaan ini, ketinggian air awalnya 20 cm. Hasil pengukuran menunjukkan penurunan muka air terbesar sebesar 2,3 cm pada menit kelima, dan penurunan terkecil sebesar 0,8 cm pada menit kelima. Proses infiltrasi memiliki fenomena ini yang umum. Pada awalnya, laju penyerapan air oleh tanah sangat tinggi, tetapi seiring waktu akan menurun sebagai akibat dari kejenuhan pori-pori tanah oleh air. Akibatnya, hasil pengukuran menunjukkan pola laju infiltrasi yang menurun secara bertahap selama periode pengamatan. Hal ini menunjukkan perubahan dalam kapasitas tanah untuk menyerap air, yang secara bertahap menurun dan akhirnya cenderung stabil pada akhir pengukuran.

#### **4.7. Analisis Kapasitas dan Desain Sumur Resapan**

Untuk mengatasi masalah genangan air di lokasi penelitian, analisis kapasitas dan desain sumur resapan dilakukan. Untuk mengukur kapasitas tanah untuk menyerap air hujan, metode infiltrometer dua ring digunakan. Metode ini memerlukan pengamatan laju penurunan muka air pada cincin bagian dalam dalam jangka waktu tertentu hingga mencapai kondisi laju infiltrasi yang stabil. Hasil analisis volume genangan air di lokasi penelitian menunjukkan bahwa ada

147,45 m<sup>3</sup> air yang perlu ditangani. 20 sumur resapan berbentuk silinder akan dibangun untuk menampung volume tersebut, dengan diameter 2 meter dan kedalaman 2,5 meter.

Untuk mengetahui berapa unit sumur yang dibutuhkan, pertama-tama kita harus menghitung kapasitas satu sumur resapan dengan menggunakan rumus volume silinder berikut:

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Dengan :

$$\text{Diameter } d = 2 \text{ meter} \rightarrow \text{jari-jari} = 1 \text{ meter}$$

$$\text{Tinggi } t = 2,5 \text{ meter}$$

$$\pi = 3,14$$

Maka volume satu unit sumur resapan adalah :

$$V = 3,14 \times (1)^2 \times 2,5$$

$$= 3,14 \times 2,5$$

$$= 7,85 \text{ m}^3$$

Jumlah Unit Sumur yang Dibutuhkan:

$$\text{Jumlah unit} = \frac{147,45}{7,85} = 18,7 \longrightarrow \text{dibulatkan menjadi 20 unit}$$

Sehingga total kapasitas 20 unit sumur resapan adalah :

$$20 \times 7,85 = 157 \text{ m}^3$$

Dengan mempertimbangkan volume genangan 147,45 m<sup>3</sup>, dapat disimpulkan bahwa kapasitas tampungan dua puluh sumur tersebut lebih dari cukup untuk menampung seluruh genangan air yang terjadi.

Laju infiltrasi, selain kapasitas tampungan, merupakan komponen penting dalam menjalankan sumur resapan dengan baik. Hasil pengujian infiltrasi di lapangan menunjukkan laju infiltrasi stabil sebesar 0,30 cm/menit, atau setara dengan 0,003 m/menit, dan jika dikonversi ke jam, menjadi 0,18 m/jam.

Luas penampang dasar sumur resapan dapat dihitung dengan cara ini:

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times (1)^2 = 3,14 \text{ m}^2$$

Sehingga debit infiltrasi untuk satu sumur per jam adalah :

$$Q = A \times v = 3,14 \times 0,18 = 0,56 \text{ m}^3/\text{jam}$$

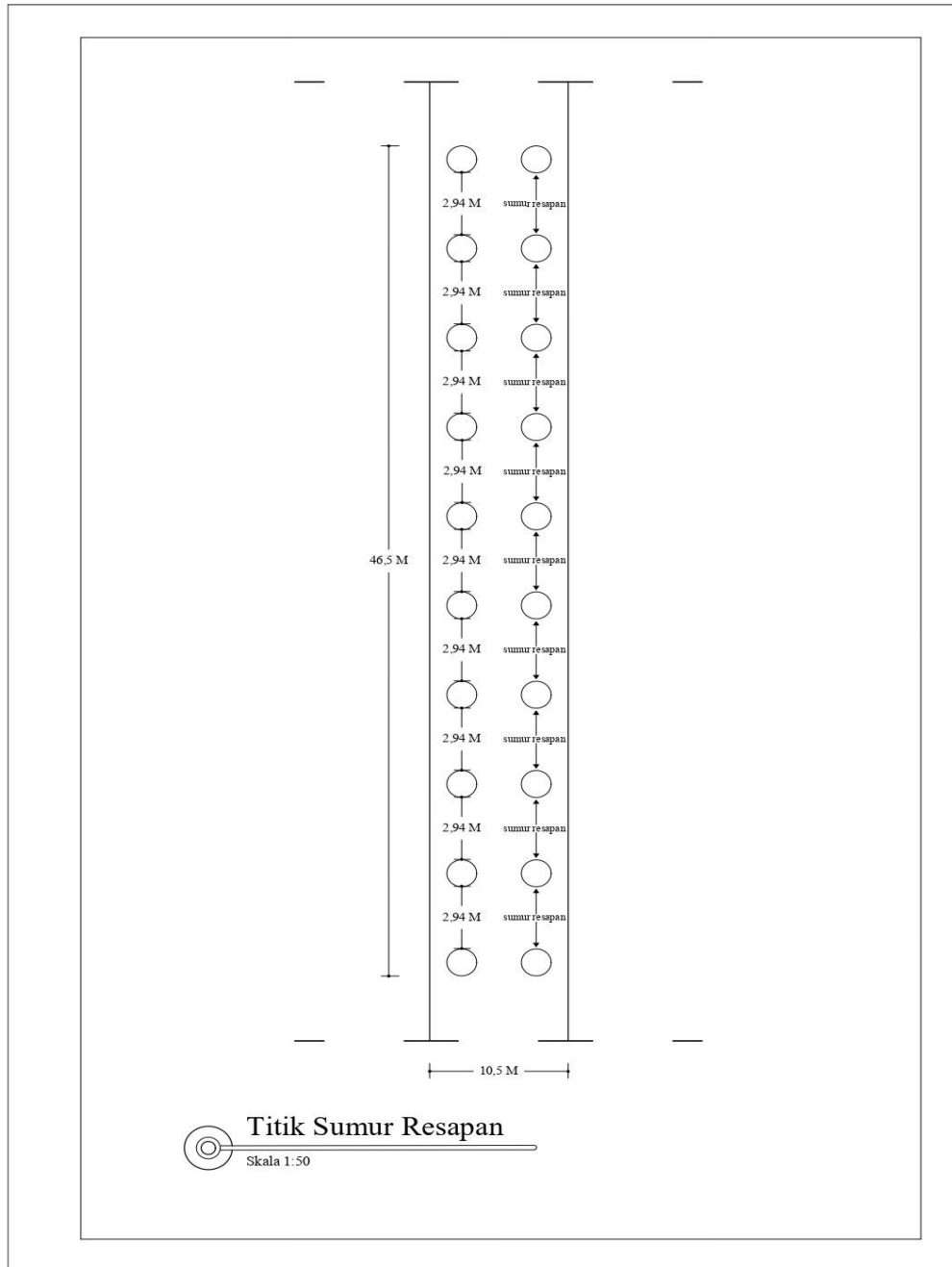
Untuk 20 unit sumur, total debit infiltrasi menjadi :

$$20 \times 0,56 = 11,2 \text{ m}^3/\text{jam}$$

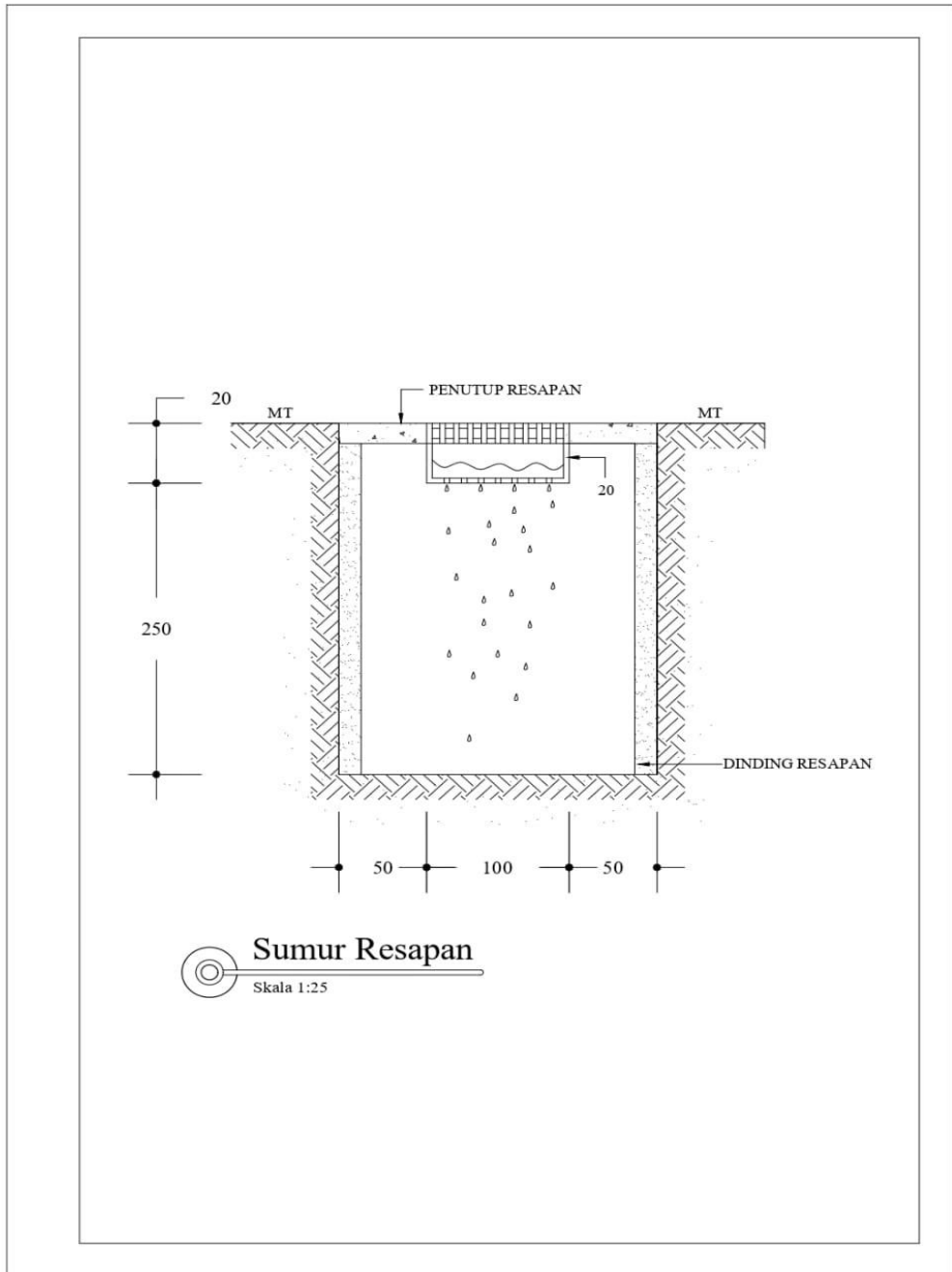
Jumlah waktu yang diperlukan untuk menginfiltrasikan seluruh volume genangan (147,45 m<sup>3</sup>) adalah

$$t = \frac{147,45}{11,2} = 13 \text{ jam}$$

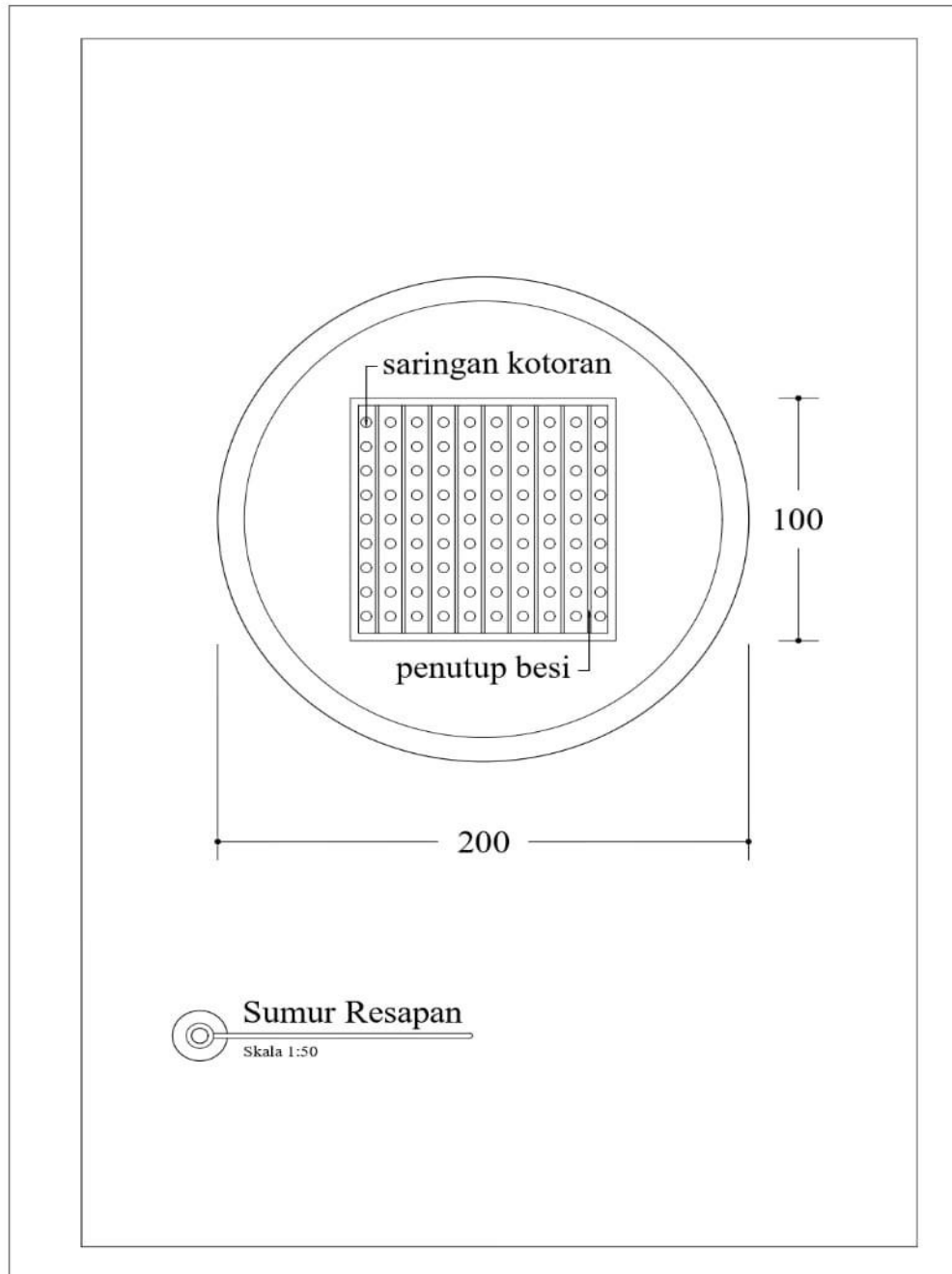
Dengan waktu infiltrasi sekitar tiga belas jam, sistem sumur resapan ini dianggap cukup efektif untuk meresapkan air dalam waktu yang wajar setelah hujan. Oleh karena itu, untuk mengatasi genangan air di lokasi penelitian, disarankan untuk membangun dua puluh unit sumur resapan dengan dimensi tersebut.



Gambar 4.4 Tata Letak Sumur Resapan Pada Lokasi Penelitian



Gambar 4.5 Tampak Samping Sumur Resapan



Gambar 4.6 Tampak Atas Sumur Resapan

#### **4.8. Prinsip Kerja Sumur Resapan**

Salah satu metode konservasi air adalah sumur resapan, yang dibangun untuk menampung air hujan dan mengembalikannya ke dalam tanah melalui infiltrasi. Sumur ini berbentuk silinder dengan diameter 2 meter dan kedalaman 2,5 meter, dan dilengkapi dengan dinding resapan dan penutup, yang keduanya membantu proses peresapan air dan menjaga kestabilan struktur.

Cara kerja sumur resapan dimulai saat aliran hujan atau aliran permukaan mengalir ke atas saluran masuk (inlet). Kemudian, air melewati sistem penyaringan di bagian penutup sebelum masuk ke dalam ruang sumur. Setelah itu, air meresap melalui dinding dan dasar sumur pada tingkat porositas tertentu. Air hujan yang sebelumnya telah menjadi limpasan dapat diserap kembali ke dalam tanah melalui proses ini, yang membantu mengurangi kemungkinan genangan atau banjir. Satu sumur resapan memiliki volume dua meter dengan kedalaman efektif 2,5 meter. Jumlah 20 unit sumur diperlukan untuk mencapai kapasitas tampungan  $147,45 \text{ m}^3$ .

Penambahan jumlah unit ini dilakukan untuk mengantisipasi endapan (sedimentasi), penyumbatan, atau penurunan efektivitas infiltrasi di beberapa unit. Akibatnya, dua puluh sumur resapan dianggap cukup untuk memenuhi kebutuhan kapasitas tampungan dan meningkatkan kinerja sistem resapan air hujan di area perencanaan.

Untuk tujuan pengelolaan air yang berkelanjutan, penerapan sistem ini sangat penting, terutama di daerah perkotaan di mana kemampuan resapan menurun karena peningkatan permukaan kedap air.

## BAB V

### SARAN DAN KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dalam penelitian berjudul "Perancangan Sistem Resapan Air dengan Mengoptimalkan Proses Infiltrasi untuk Pengurangan Genangan Air", yang dilakukan di Jalan Dayanu Ikhsanuddin, Kelurahan Lipu, Kecamatan Betoambari, Kota Baubau, hasil analisis dan diskusi telah menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Hasil pengukuran lapangan menunjukkan bahwa kapasitas drainase saat ini tidak mampu menampung debit limpasan saat hujan lebat; volume genangan pada lokasi penelitian adalah 147,45 m<sup>3</sup>, dengan panjang 46,5 m, lebar 10,5 m, dan tinggi 0,302 m.
2. Hasil pengujian dengan infiltrometer double ring menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian memiliki kemampuan infiltrasi kategori menengah, dengan laju infiltrasi stabil 0,30 cm/menit, atau 18 cm/jam. Nilai ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian layak untuk digunakan sebagai sistem sumur resapan. Untuk periode ulang 10 tahun, curah hujan rencana sebesar 133,49 mm, dengan intensitas hujan 214,45 mm/jam, luas daerah tangkapan 85,556 m<sup>2</sup>, dan koefisien limpasan 0,90, diperoleh debit limpasan puncak 1.058,27 m<sup>3</sup>/s, menurut hasil analisis curah hujan menggunakan distribusi log Pearson III. Kondisi ini menunjukkan bahwa setiap kali terjadi hujan yang intens, kemungkinan terjadinya genangan di lokasi penelitian tetap tinggi tanpa adanya sistem resapan air yang memadai.

3. Volume genangan, kapasitas infiltrasi tanah, dan debit limpasan permukaan dihitung saat membangun sumur resapan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dua puluh sumur resapan diperlukan, masing-masing dengan diameter dua meter dan kedalaman dua meter. Sumur-sumur ini dirancang untuk menampung dan meresap limpasan air hujan ke dalam tanah secara efektif, mengurangi kemungkinan genangan.

## **5.2. Saran**

Penulis menyampaikan beberapa rekomendasi berdasarkan hasil penelitian yang diharapkan dapat digunakan pemerintah dan masyarakat untuk mempertimbangkan cara mencegah banjir di kawasan permukiman.

1. Untuk mengurangi genangan air di lokasi terdampak, sistem sumur resapan yang dirancang dalam penelitian ini harus segera dipasang dengan memperhatikan standar teknis yang berlaku.
2. Agar kapasitas infiltrasi sumur resapan tetap optimal, perawatan rutin diperlukan. Ini termasuk membersihkan sedimen dan sampah.
3. Penelitian ini menghasilkan desain sumur resapan yang dapat digunakan untuk mengurangi masalah genangan di tempat lain di kota Baubau dengan karakteristik tanah dan curah hujan yang sebanding.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cerdika.com. (2013). *Siklus hidrologi*. Diakses dari <https://www.cerdika.com>
- Diamond, J., & Shanley, J. (2003). *Double ring infiltrometer method for measuring infiltration*. Vermont: U.S. Geological Survey.
- Haryanto, A. (2018). Efektivitas sumur resapan dalam mengurangi genangan air di kawasan perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 6(2), 45–52.
- Hendrarto, B. (2019). *Konservasi air tanah melalui sumur resapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*, 10(6), 362.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri PUPR Nomor 11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya*. Jakarta: PUPR.
- Prasetyo, D., & Lestari, N. (2020). Perancangan sumur resapan sebagai solusi pengelolaan air hujan di daerah resapan yang berkurang. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(1), 33–42.
- Sri Harto, S. (1993). *Hidrologi: Teori dan aplikasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Suryadi, R., & Kurniawan, B. (2021). Analisis daya serap sumur resapan terhadap genangan air di jalan perkotaan. *Jurnal Hidrologi dan Lingkungan*, 9(1), 25–36.
- Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Suripin. (2018). *Hidrologi teknik*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

# **LAMPIRAN**