

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN SUMUR RESAPAN PADA BANGUNAN
RUMAH TINGGAL DI DAERAH JALAN NUSA INDAH,
CONDONGCATUR, DEPOK, SLEMAN, YOGYAKARTA
(*DESIGN OF INFILTRATION WELLS IN RESIDENTIAL
HOUSE BUILDING IN THE AREA OF NUSA INDAH STREET,
CONDONGCATUR, DEPOK, SLEMAN, YOGYAKARTA*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Panji Purbo Bawono
14 511 277**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021**

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SUMUR RESAPAN PADA BANGUNAN RUMAH TINGGAL DI DAERAH JALAN NUSA INDAH, CONDONGCATUR, DEPOK, SLEMAN, YOGYAKARTA (*DESIGN OF INFILTRATION WELLS IN RESIDENTIAL HOUSE BUILDING IN THE AREA OF NUSA INDAH STREET, CONDONGCATUR, DEPOK, SLEMAN, YOGYAKARTA*)

Disusun oleh

Panji Purbo Bawono
14511277

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 02 Desember 2021

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Dinia Anggraheni, S.T.,
M.Eng.
NIK: 165110105

Penguji I

Dwi Astuti Wahyu Wulan
Pratiwi, S.T., M.T.
NIK: 155111301

Penguji II

Dr. Ir. Lalu Makrup,
M.T.
NIK: 885110106

Mengesahkan,



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 02 Desember 2021
Yang membuat pernyataan



Panji Purbo Bawono
(14511277)

KATA PENGANTAR

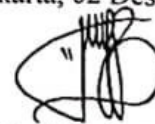
Puji dan syukur penulis panjatkan bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul *Perancangan Sumur Resapan Pada Bangunan Rumah Tinggal Di Daerah Jalan Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dialami, namun berkat dorongan semangat, kritik dan saran dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir. M.T. selaku Ketua Prodi Studi Teknik Sipil.
2. Ibu Dinia Anggraheni S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu, waktu, arahan, saran, serta dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
3. Ibu Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I.
4. Bapak Lalu Makrup, Dr. Ir. M.T. selaku Dosen Penguji II.
5. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir Akhir ini.
6. Teman-teman yang telah membantu, mendukung dan memberikan semangat.

Serta semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya bagi Bapak, Ibu, Saudara dan teman-teman yang telah membantu saya dalam segala hal. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 02 Desember 2021



Panji Purbo Bawono

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xii
ABSTAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	6
2.3 Penelitian yang Diusulkan.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1 Pengertian Hidrologi	10
3.2 Siklus Hidrologi	10
3.3 Analisis Hujan	11
3.3.1 DAS (Daerah Aliran Sungai)	11
3.3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan	12
3.3.3 Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi	13

3.3.4	Uji Kecocokan.....	18
3.4	Debit Aliran Permukaan	21
3.4.1	Koefisien <i>Run-Off</i> (C).....	21
3.4.2	Intensitas Hujan (I).....	22
3.4.3	Infiltrasi	23
3.4.4	Permeabilitas Tanah	24
3.5	Sumur Resapan Air Hujan.....	25
3.5.1	Pengertian Umum.....	25
3.5.2	Metode SNI	25
3.5.3	Metode Sunjoto	26
BAB IV	METODE PENELITIAN	29
4.1	Lokasi Penelitian	29
4.2	Metode Pengumpulan Data	30
4.3	Peralatan	30
4.4	Pengujian Menggunakan Ring Infiltrometer	31
4.5	Analisis Data	31
4.6	Bagan Alir	33
BAB V	DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN.....	35
5.1	Data	35
5.1.1	Data Hidrologi.....	35
5.1.2	Data Permeabilitas Tanah	37
5.2	Analisis Data	40
5.2.1	Penentuan Jenis Distribusi Frekuensi.....	40
5.2.2	Uji Kecocokan Distribusi Probabilitas.....	42
5.2.3	Analisis Debit Rancangan	47
5.2.4	Perancangan Dimensi Dan Jumlah Sumur Resapan Air Hujan	50
5.2.5	Hasil Perancangan Sumur Resapan Air Hujan yang Dipakai	54
5.2.6	Perbandingan Debit Limpasan	54
5.3	Pembahasan	57
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	59
6.1	Kesimpulan.....	59
6.2	Saran	59

DAFTAR PUSTAKA63

LAMPIRAN.....64



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Yang Dilakukan Sekarang	7
Tabel 3.1	Persyaratan Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi	13
Tabel 3.2	Nilai Variabel Reduksi Gauss	14
Tabel 3.3	<i>Reduced Mean</i> (Y_n)	16
Tabel 3.4	<i>Reduced Standard Deviation</i> (S_n)	16
Tabel 3.5	<i>Reduced Variate</i> (Y_{Tr}) Sebagai Fungsi Periode Ulang	17
Tabel 3.6	Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III	18
Tabel 3.7	Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Kuadrat (χ_{cr}^2)	20
Tabel 3.8	Nilai Koefisien <i>Run-Off</i> Untuk Metode Rasional	22
Tabel 3.9	Nilai Permeabilitas Dari Berbagai Jenis Material	24
Tabel 5.1	Koordinat Stasiun Hujan	35
Tabel 5.2	Data Curah Hujan Maksimum Harian	36
Tabel 5.3	Data Curah Hujan Rata-Rata	37
Tabel 5.4	Koordinat Lokasi Pengujian Infiltrasi Tanah	38
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Lokasi 1	39
Tabel 5.6	Hasil Rekapitulasi Pengujian Laju Infiltrasi Tanah	39
Tabel 5.7	Data Statistik Curah Hujan Maksimum	41
Tabel 5.8	Penentuan Distribusi Probabilitas	42
Tabel 5.9	Data Statistik Curah hujan Dengan Logaritmik	43
Tabel 5.10	Nilai K untuk Koefisien G 1,6 dan 1,4	45
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Hujan Rancangan Harian Maksimum Metode Log-Person III	46
Tabel 5.12	Hasil Uji Chi-Kuadrat	46
Tabel 5.13	Nilai Koefisien Limpasan Gabungan	48
Tabel 5.14	Debit Limpasan Rancangan Tanpa Sumur Resapan	49

Tabel 5.15 Perhitungan Sumur Resapan Metode SNI	51
Tabel 5.16 Perhitungan Sumur Resapan Metode Sunjoto	53
Tabel 5.17 Perbandingan Dimensi dan Jumlah Sumur Resapan Metode SNI dan Metode Sunjoto	53
Tabel 5.18 Nilai Koefisien Limpasan Gabungan Tanpa Atap	55
Tabel 5.19 Hasil Pengurangan Debit Limpasan Setelah Ada Sumur Resapan	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Siklus Hidrologi	11
Gambar 3.1	Debit Resapan Pada Sumur Dengan Berbagai Kondisi	28
Gambar 4.1	Peta Lokasi Penelitian	29
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian	33
Gambar 5.1	Lokasi Stasiun Hujan	36
Gambar 5.2	Lokasi Pengujian	38
Gambar L-1.1	Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Pemasangan Alat Uji Ring Infiltrometer)	63
Gambar L-1.2	Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Menuangkan Air Ke Dalam Ring)	63
Gambar L-1.3	Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Mengamati Penurunan Infiltrasi Tanah)	64
Gambar L-1.4	Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Mencatat Hasil Infiltrasi Tanah)	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Pengujian Infiltrasi Tanah	63
Lampiran 2	Hasil Pengujian Infiltrasi Tanah	65
Lampiran 3	Rekapitulasi Curah Hujan	75
Lampiran 4	Gambar Detail Sumur Resapan Air Hujan	76



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas Area
A _i	= Luas Area ke-i
\bar{C}	= Koefisien Aliran Permukaan Gabungan
C	= Koefisien Aliran Permukaan
C _i	= koefisien Aliran Permukaan ke-i
C _k	= Koefisien Kurtosis
C _s	= Koefisien <i>Skewness</i>
C _v	= Koefisien Variasi
D	= Diameter Sumur Resapan
D _k	= Derajat Kebebasan
F	= Faktor Geometrik
E _i	= Jumlah Nilai Teoritis Pada Sub Kelompok i
G	= Jumlah Sub Kelompok
H	= Kedalaman Sumur Resapan Efektif
H _{rencana}	= Kedalaman Rencana Sumur Resapan
I	= Intensitas Hujan
K	= Koefisien Permeabilitas Tanah
K _d	= Jumlah Kelas Distribusi
K _T	= Faktor Frekuensi
n	= Jumlah Data
O _i	= Jumlah Nilai Pengamatan Pada Sub Kelompok i
p	= Nilai Distribusi Untuk Derajat Kejenuhan
P(x)	= Nilai Interval Distribusi
Q	= Debit Rancangan
R	= Jari-Jari Sumur Resapan

R_{24}	= Curah Hujan Maksimum Harian
s	= Simpangan Baku/Deviasi Standar
S_n	= <i>Reduced Standard Deviation</i>
t_d	= Lama Waktu Hujan Dominan
T	= Kala Ulang Tahun
t_d	= Durasi Hujan Dominan
x	= Nilai Interpolasi
X	= Nilai Data Hujan
\bar{X}	= Nilai Rata-Rata Data Hujan
X_i	= Nilai Data Hujan ke- i
X_T	= Perkiraan Nilai Periode Ulang T tahunan
χ^2	= Parameter Chi-Kuadrat Terhitung
χ_{cr}^2	= Nilai Chi-Kuadrat Kritik
Y_T	= Perkiraan Nilai yang Terjadi Dengan Periode Ulang T tahunan
\bar{Y}	= Nilai Rata-Rata Hitung Variat
Y_i	= Nilai Log X_i
Y_n	= <i>Reduced mean</i>
Y_{Tr}	= <i>Reduced Variate</i>

ABSTRAK

Meluasnya pembangunan bangunan komersil dan non-komersil di daerah Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta menyebabkan pengalihan fungsi lahan hijau sebagai drainase alami. Artinya air yang seharusnya langsung meresap ke dalam tanah menjadikan air mengalir langsung ke saluran drainase. Maka perlu dilakukan tindakan mitigasi dengan membangun sumur resapan yang berfungsi sebagai media konservasi air dan mengurangi peningkatan aliran permukaan.

Data primer yang digunakan berupa luas area bangunan rumah dan nilai infiltrasi tanah yang diukur menggunakan alat ring infiltrometer. Sedangkan data sekunder yang digunakan berupa data curah hujan kala ulang 10 tahun dari 2 stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian. Analisis sumur resapan dihitung menggunakan metode SNI dan metode Sunjoto. Kemudian memilih metode yang lebih efisien dan membandingkan perbedaan limpasan permukaan sebelum dan sesudah terdapat sumur resapan.

Berdasarkan hasil analisis, metode SNI lebih efisien dari segi jumlah dan dimensi. Sehingga desain sumur resapan menggunakan metode SNI. Maka diperoleh jumlah dan dimensi sumur resapan pada lokasi pengujian ke-2 sebanyak 4 buah sumur resapan berdiameter 1 m dengan kedalaman 3 m. Selebihnya lokasi lain diperoleh jumlah sumur resapan dan dimensi yang sama, yaitu sebanyak 1 buah sumur resapan berdiameter 1 meter dengan kedalaman 2 m. Bentuk sumur resapan adalah lingkaran dengan dinding kedap air. Pengurangan debit limpasan permukaan yang diperoleh bervariasi, yaitu dari 74,7274% hingga 97,738%.

Kata kunci: Sumur Resapan, Limpasan Permukaan, Curah Hujan

ABSTRACT

Widespread construction of commercial and non-commercial buildings in the Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta caused the diversion of green land functions as natural drainage. This means that the water that should seep directly into the ground makes the water flow directly into the drainage channel. So it is necessary to take mitigation measures by building infiltration wells that function as a medium for water conservation and reduce the increase in surface runoff.

The primary data used are the area of the house building and the value of soil infiltration which is measured using a ring infiltrometer. While the secondary data used in the form of rainfall data for the 10-year return period from the 2 closest rain stations to the research location. The infiltration well analysis was calculated using the SNI method and the Sunjoto method. Then choose a more efficient method and compare the differences in surface runoff before and after there is an infiltration well.

Based on the results of the analysis, the SNI method is more efficient in terms of quantity and dimensions. So that the design of infiltration wells uses the SNI method. Then obtained the number and dimensions of infiltration wells at the 2nd test location as many as 4 infiltration wells with a diameter of 1 m with a depth of 3 m. The rest of the other locations obtained the same number of infiltration wells and dimensions, namely 1 infiltration well with a diameter of 1 meter and a depth of 2 m. The shape of the infiltration well is a circle with watertight walls. The reduction of surface runoff obtained varies from 74.7274% to 97.738%.

Keywords: Infiltration Wells, Surface Run-off, Precipitation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah yang dilintasi oleh garis khatulistiwa, sehingga wilayah Indonesia beriklim tropis dan hanya memiliki dua musim saja, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Di Indonesia khususnya di daerah Yogyakarta, setiap musim yang berlangsung mengakibatkan dampak tersendiri, saat musim kemarau terjadi mengakibatkan penurunan muka air tanah, dan sebaliknya saat musim penghujan datang banyak daerah di Yogyakarta yang mengalami peningkatan aliran permukaan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah perkembangan pembangunan yang masif di Yogyakarta. Meluasnya pembangunan gedung-gedung apartemen, hotel, mall dan rumah hunian menyebabkan pengalihan fungsi lahan hijau sebagai drainase alami. Artinya air yang seharusnya langsung meresap ke dalam tanah menjadikan air mengalir langsung ke saluran drainase.

Disamping itu, populasi penduduk yang semakin meningkat dengan pesat membuat kebutuhan air juga semakin tinggi. Bukan tidak mungkin jika beberapa tahun kedepan muka air tanah di Yogyakarta akan semakin menurun. Maka perlu dilakukan tindakan mitigasi sejak dini untuk meminimalisir potensi terjadinya kekeringan akibat penurunan muka air tanah saat musim kemarau dan tingginya kebutuhan air.

Salah satu upaya mitigasi untuk mengurangi risiko peningkatan aliran permukaan saat musim penghujan maupun penurunan muka air tanah saat musim kemarau adalah dengan membangun sumur resapan. Selain sebagai media konservasi air, sumur resapan juga mampu mengurangi peningkatan aliran permukaan yang bisa menyebabkan banjir.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian di daerah Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta. Lokasi penelitian bertepatan di sebelah Utara Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta dan atau

sebelah Barat Fakultas Ekonomi UII. Lokasi yang strategis ini menjadikan daerah Jl. Nusa Indah mengalami peningkatan pembangunan bangunan komersial dan non-komersial. Dari latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk merancang desain sumur resapan yang sesuai untuk bangunan rumah tinggal di lokasi ini. Dari hasil dimensi dan jumlah sumur resapan yang didapat kemudian dilakukan analisis debit limpasan permukaan sebelum dan sesudah ada sumur resapan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang didapat adalah sebagai berikut.

1. Berapa dimensi dan jumlah sumur resapan yang sesuai untuk bangunan rumah tinggal di daerah Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta?
2. Berapa besar pengurangan debit limpasan permukaan setelah terdapat sumur resapan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dimensi dan jumlah sumur resapan yang sesuai untuk bangunan rumah tinggal di daerah Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta.
2. Menghitung besar pengurangan debit limpasan permukaan setelah terdapat sumur resapan.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini dapat diperoleh manfaat sebagai berikut.

1. Agar masyarakat mengetahui tentang perlunya pembangunan sumur resapan disetiap bangunan hunian.

2. Memberi pemahaman kepada masyarakat tentang fungsi sumur resapan sebagai media konservasi air tanah dan memperkecil aliran permukaan yang berlebihan.
3. Diharap bisa menjadi solusi kepada pemerintah setempat sebagai upaya mitigasi untuk meminimalisir potensi terjadinya kekeringan akibat penurunan muka air tanah disaat musim kemarau dan memperkecil aliran permukaan yang menyebabkan banjir.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk memberikan hasil penelitian yang optimal dan memudahkan dalam pembahasan penelitian ini, maka diambil batasan-batasan sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian mencakup bangunan hunian rumah tinggal di kampung Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta.
2. Desain sumur resapan menggunakan periode kala ulang 5 tahun.
3. Data curah hujan diambil dari 1 stasiun hujan terdekat Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta.
4. Pengujian infiltrasi dilakukan di halaman bangunan rumah tinggal menggunakan alat infiltrometer.
5. Perancangan sumur resapan hanya untuk meresapkan air hujan dari atap dan menggunakan pertimbangan debit akibat air hujan, luas atap bangunan dan laju infiltrasi.
6. Analisis sumur resapan menggunakan metode SNI dan metode Sunjoto.
7. Perancangan dimensi sumur resapan menggunakan metode yang efisien sesuai kondisi di lokasi penelitian.
8. Kedalaman rencana ($H_{rencana}$) minimal sumur resapan adalah 2 m.
9. Analisis debit limpasan permukaan sebelum dan sesudah ada sumur resapan hanya mencakup area bangunan rumah tinggal yang menjadi sampel pengujian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penyusunan tugas akhir ini menggunakan penelitian-penelitian terdahulu sebagai referensi dan informasi terkait topik bahasan tentang perancangan sumur resapan. Berikut ini adalah penelitian-penelitian terdahulu yang digunakan sebagai tinjauan pustaka.

1. “Perbandingan Perancangan Sumur Resapan Air Hujan Menggunakan Metode Sunjoto Dan SNI 03-2453-2002 Pada Bangunan Komersial Di Jalan Kaliurang Km 12 Sleman Jogjakarta” yang dilakukan oleh Prasojo (2015). Tujuan penelitian ini adalah membandingkan sumur resapan yang dianalisis menggunakan metode SNI dan metode Sunjoto untuk mengetahui efektifitas sumur resapan dalam memberikan kontribusi dalam menjaga pasokan air tanah serta kontribusi dalam mengurangi debit limpasan permukaan. Hasil akhir yang didapat memiliki perbedaan jumlah sumur peresapan, jumlah sumur resapan metode SNI didapat sebanyak 5 hingga 18 buah, sedangkan metode Sunjoto didapat sebanyak 2 hingga 5 buah. Dari perbandingan yang telah didapat maka digunakan metode Sunjoto karena lebih mendekati kenyataan di lapangan.
2. “Analisis Resapan Limpasan Permukaan Dengan Pembuatan Sumur Resapan Di Fakultas Teknik UNS” oleh Surya (2016). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas sumur resapan dalam meresapkan air limpasan permukaan kedalam tanah. Analisis perhitungan debit limpasan permukaan menggunakan metode rasional dengan kala ulang 2 tahun. Dimensi sumur resapan direncanakan dengan diameter 1 meter dan tinggi 2 meter. Dari analisis yang dilakukan kemudian membandingkan debit resapan limpasan permukaan ke dalam tanah sebelum ada sumur resapan dan sesudah ada sumur resapan. Hasil akhir yang didapat adalah debit resapan sebelum ada sumur resapan sebesar $245,9587756 \text{ m}^3/\text{hari}$ selama musim hujan, sedangkan

debit resapan setelah ada sumur resapan sebesar 368,6435036 m³/hari selama musim hujan. Dari perbandingan besar debit resapan tersebut terjadi peningkatan resapan sebesar 49,88%.

3. “Perbandingan Dimensi Saluran Drainase Dengan Atau Tanpa Sumur Resapan Pada Kawasan Universitas Islam Indonesia” yang dilakukan oleh Wijaya (2019). Tujuan penelitian ini antara lain adalah menghitung dimensi saluran drainase dengan atau tanpa sumur resapan, menghitung jumlah dan dimensi sumur resapan, dan menghitung besar pengaruh sumur resapan dalam mengurangi debit limpasan permukaan. Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit aliran rancangan. Pada penelitian ini dimensi sumur resapan direncanakan dengan ukuran diameter 1,5 m dan jarak antar sumur resapan 4 m. Kemudian dilakukan analisis debit aliran sesudah ada sumur resapan. Hasil kedua debit aliran tersebut digunakan untuk perhitungan rancangan dimensi saluran drainase sebelum dan sesudah ada sumur resapan. Hasil akhir yang didapat adalah besar pengurangan luas penampang saluran drainase terkecil yaitu dengan besar reduksi 7,7% dan yang terbesar 56,5%. Pengurangan debit limpasan yang diperoleh yaitu: Kali Pelang berkurang 44,8%, Kali Bojotan berkurang sebesar 50,9%, Kali Kimpulan berkurang sebesar 60% dan Kali Kladuan berkurang sebesar 17,3%.
4. “Perancangan Sumur Resapan Pada Bangunan Hunian Rumah Tinggal (Studi Kasus Jl.Kaliurang Km 12-13, Sleman, D.I.Yogyakarta)” yang dilakukan oleh Azka (2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sumur resapan dengan pertimbangan hanya meresapkan air hujan dari atap, debit air hujan, luas atap bangunan dan laju infiltrasi. Perhitungan analisis dimensi dan jumlah sumur resapan dihitung menggunakan metode SNI dan metode Sunjoto, namun untuk perancangan hanya digunakan metode Sunjoto, karena kedua metode tersebut digunakan untuk dibandingkan. Hasil akhir yang didapat metode Sunjoto lebih efisien, jika dibandingkan dengan metode SNI yang membutuhkan 2 hingga 4 sumur resapan tiap titik pengujian, metode Sunjoto hanya membutuhkan 1 sumur resapan di setiap titik pengujian, dengan diameter (D) sumur resapan 1 meter dan kedalaman (H) 2,5 meter.

5. “Analisis Sumur Resapan Guna Mengurangi Aliran Permukaan Untuk Upaya Pencegahan Banjir (Studi Kasus Pemukiman Pulongangsa Kota Ambon)” yang dilakukan oleh Pattiruhu (2019). Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sumur resapan dan melakukan analisis perbandingan debit limpasan sebelum ada sumur resapan dan limpasan sesudah ada sumur resapan. Pada penelitian ini, perancangan sumur resapan dihitung menggunakan metode Sunjoto, kemudian analisis debit limpasan dihitung dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Hasil akhir dari perancangan ini diperoleh dimensi sumur resapan dengan jari-jari 0,5 m dan tinggi 3 m. Hasil dari analisis debit limpasan didapat persentase limpasan yang terserap oleh sumur resapan, yaitu: kala ulang 2 tahun sebesar 12%, kala ulang 5 tahun sebesar 8%, dan kala ulang 10 tahun sebesar 6%.

2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu terkait perencanaan sumur resapan terdapat beberapa metode yang sama dan adapula yang berbeda, meskipun demikian pada akhirnya akan didapat hasil yang berbeda, karena hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti hidrologi, topografi dan sebagainya.

2.3 Penelitian yang Diusulkan

Penelitian yang dilakukan saat ini adalah “Perancangan Sumur Resapan Pada Bangunan Rumah Tinggal Di Daerah Jalan Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta”. Dari penelitian-penelitian terdahulu yang telah dikaji, penelitian yang dilakukan di daerah Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta ini belum pernah diteliti.

Perbandingan antara penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan saat ini dapat dilihat dalam Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan Sekarang

No	Judul	Peneliti	Jenis Penelitian	Persamaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang
1.	Perbandingan Perancangan Sumur Resapan Air Hujan Menggunakan Metode Sunjoto Dan SNI 03-2453-2002 Pada Bangunan Komersial Di Jalan Kaliurang Km 12 Sleman Jogjakarta	Rifky Adhi Prasajo (2015)	Jurnal Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> - Merancang sumur resapan menggunakan metode SNI dan Sunjoto kemudian dibandingkan - Pengujian infiltrasi menggunakan alat infiltrometer 	<ul style="list-style-type: none"> - Lokasi penelitian Rifky Adhi Prasajo pada bangunan komersial di Jl. Kaliurang Km 12, Sleman, Yogyakarta
2.	Analisis Resapan Limpasan Permukaan Dengan Pembuatan Sumur Resapan Di Fakultas Teknik UNS	Surya Adijaya (2016)	Jurnal Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> - Membandingkan limpasan sebelum ada sumur resapan dan sesudah ada sumur resapan 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensi sumur resapan langsung ditentukan sebagai dimensi rencana

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan Sekarang

No	Judul	Peneliti	Jenis Penelitian	Persamaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang
3.	Perbandingan Dimensi Saluran Drainase Dengan Atau Tanpa Sumur Resapan Pada Kawasan Universitas Islam Indonesia	Tutus Pulung Wijaya (2019)	Tugas Akhir S1 / Skripsi	- Membandingkan limpasan sebelum ada sumur resapan dan sesudah ada sumur resapan	- Pengujian permeabilitas tanah menggunakan alat <i>Water Level Meter</i> - Lokasi penelitian Wijaya berada di dalam Kawasan Kampus UII
4.	Perancangan Sumur Resapan Pada Bangunan Hunian Rumah Tinggal (Studi Kasus Jl.Kaliurang Km 12-13, Sleman, D.I.Yogyakarta)	Farih Syarofina Azka (2019)	Tugas Akhir S1 / Skripsi	- Merancang sumur resapan menggunakan metode SNI dan Sunjoto kemudian dibandingkan - Pengujian infiltrasi menggunakan alat infiltrometer	- Lokasi penelitian Farih Syarofina Azka pada bangunan hunian di Jl. Kaliurang Km 12-13, Sleman, Yogyakarta

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan Sekarang

No	Judul	Peneliti	Jenis Penelitian	Persamaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang
5.	Analisis Sumur Resapan Guna Mengurangi Aliran Permukaan Untuk Upaya Pencegahan Banjir (Studi Kasus Pemukiman Pulogangsa Kota Ambon)	Wilson Pattiruhu (2019)	Jurnal Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> - Sumur resapan dirancang menggunakan metode Sunjoto - Membandingkan besar limpasan sebelum ada sumur resapan dan sesudah ada sumur resapan 	<ul style="list-style-type: none"> - Lokasi penelitian Wilson Pattiruhu pada pemukiman Pulogangsa Kota Ambon
6.	Perancangan Sumur Resapan Pada Bangunan Rumah Tinggal Di Daerah Jalan Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta	Panji Purbo Bawono	Tugas Akhir S1 / Skripsi	<ul style="list-style-type: none"> - Merancang sumur resapan menggunakan metode SNI dan Sunjoto kemudian dibandingkan - Pengujian infiltrasi menggunakan alat infiltrometer - Membandingkan besar limpasan sebelum ada sumur resapan dan setelah ada sumur resapan 	<ul style="list-style-type: none"> - Lokasi penelitian pada bangunan hunian di sekitar Jalan Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Hidrologi

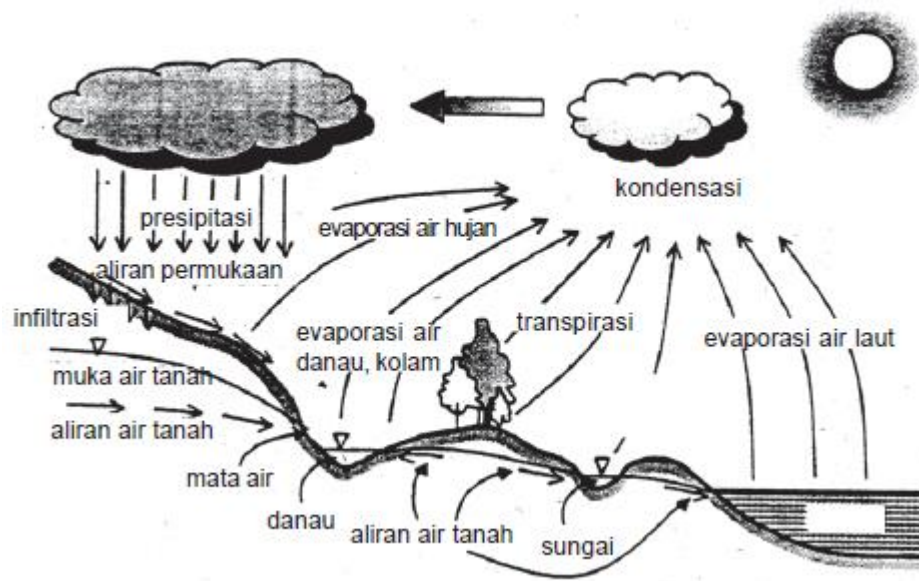
Secara umum pengertian Hidrologi adalah cabang dari ilmu geografi yang mempelajari tentang pergerakan, distribusi, kualitas air serta siklus air dan sumber daya air yang ada di bumi.

Hidrologi menurut Seyhan 1990 adalah sebagai ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan air yang didalamnya mencakup bagaimana proses kejadian, peredaran, sifat-sifatnya, serta pengaruh pada lingkungan dan hubungannya dengan makhluk hidup.

3.2 Siklus Hidrologi

Pengertian siklus hidrologi adalah pergerakan atau perputaran air yang berlangsung terus-menerus dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer, siklus ini melalui beberapa proses seperti kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.

Menurut Sosrodarsono (2003), siklus hidrologi adalah air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Dalam merencanakan suatu bangunan air terdapat beberapa proses siklus hidrologi yang saling berkaitan dan perlu diperhatikan, yaitu proses presipitasi, evaporasi, infiltrasi, limpasan permukaan dan limpasan air tanah.



Gambar 3.1 Siklus Hidrologi

Sumber: Suripin (2004)

3.3 Analisis Hujan

3.3.1 DAS (Daerah Aliran Sungai)

DAS (daerah aliran sungai) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dengan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP No. 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai).

DAS (daerah aliran sungai) terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan fungsinya, yaitu:

1. DAS bagian hulu

DAS di bagian hulu memiliki fungsi konservasi, yaitu untuk menjaga dan mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, sehingga kualitas air, kemampuan menyimpan air dan vegetasi lahan DAS tetap terjaga.

2. DAS bagian tengah

DAS dibagian tengah memiliki fungsi pemanfaatan air, yaitu untuk mengelola kualitas air, kuantitas air, kemampuan menyimpan air, ketinggian

muka air tanah dan termasuk prasarana pengairan seperti sungai, waduk, danau dan sebagainya.

3. DAS bagian hilir

DAS bagian hilir memiliki fungsi pemanfaatan air untuk mengelola kualitas air, kuantitas air, kemampuan menyalurkan air serta yang terkait mengenai kebutuhan pertanian, air bersih maupun pengelolaan air limbah.

3.3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran kejadian ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi probabilitas. Sistem hidrologi terkadang dipengaruhi oleh kejadian-kejadian luar biasa (ekstrim), seperti kekeringan, banjir, dan badai hujan. Besaran kejadian ekstrim selalu berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, karena kejadian yang ekstrim langka terjadi (Suripin, 2004).

Analisis frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis distribusi frekuensi yang cocok dengan data yang dimiliki. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, koefisien *skewness* (kemencengan), dan koefisien kurtosis. Berikut ini adalah bentuk persamaannya.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.2)$$

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.3)$$

$$C_v = \frac{s}{\bar{X}} \quad (3.4)$$

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (3.5)$$

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (3.6)$$

dimana:

- \bar{X} = nilai rata-rata data,
 X_i = data hujan ke-i,
 n = jumlah data,
 s = simpangan baku,
 C_v = koefisien variasi,
 C_s = koefisien *skewness*, dan
 C_k = koefisien kurtosis

3.3.3 Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan terdapat 4 jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi seperti distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Log-Person III, dan distribusi Gumbel. Nilai dari parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Persyaratan Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^3 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log-Person III	Selain dari data nilai diatas

Sumber : Triatmojo (2008)

Setelah menentukan jenis distribusi yang cocok dengan parameter-parameter tersebut, selanjutnya berdasarkan distribusi frekuensi tersebut digunakan

untuk mencari besar suatu kejadian yang diharapkan terjadi dengan kala ulang tertentu. Berikut ini adalah persamaan dari masing-masing jenis distribusi frekuensi diatas.

1. Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi probabilitas dan biasa dikenal dengan bentuk bell karena memiliki bentuk kurva yang simetris terhadap sumbu vertikal, selain itu distribusi normal juga disebut juga dengan distribusi Gauss. Berikut ini adalah bentuk persamaannya.

$$X_T = \bar{X} + s \cdot K_T \quad (3.7)$$

dimana:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahunan,

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat,

s = standar deviasi nilai variat, dan

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Nilai faktor frekuensi K_T umumnya sudah tersedia untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi ini secara umum disebut juga dengan nilai variable reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*) dan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode ulang, T (tahun)	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

Lanjutan Tabel 3.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
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	0,200	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

Sumber: Bonnier (1980) dalam Suripin (2004)

2. Distribusi Log Normal

Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal, dan berikut ini adalah bentuk persamaannya.

$$Y_T = \bar{Y} + s \cdot K_T \quad (3.8)$$

dimana:

Y_T = perkiraan nilai yang terjadi dengan periode ulang T tahunan,

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat,

s = deviasi standar nilai variat, dan

K_T = faktor frekuensi, nilai variabel reduksi Gauss.

3. Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel menggunakan persamaan seperti berikut ini.

$$X = \bar{X} + s \cdot K \quad (3.9)$$

$$K_T = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{Y_n} \quad (3.10)$$

dimana:

X = perkiraan nilai yang terjadi dengan periode ulang T tahunan,

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat,

s = deviasi standar nilai variat,

K_T = faktor probabilitas,

Y_n = *reduced mean*,

S_n = *reduced standard deviation*, dan

Y_{Tr} = *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \quad (3.11)$$

Nilai Y_n (*reduced mean*) dapat dilihat pada Tabel 3.3, untuk nilai S_n (*reduced standard deviation*) dapat dilihat pada Tabel 3.4, dan nilai Y_{Tr} (*reduced variate*) dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.3 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	0,8396	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: Suripin (2004)

Tabel 3.4 Reduced Standard Deviation (S_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9679	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	1,1080
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	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
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	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 3.5 Reduced Variate (Y_{Tr}) Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Y_{Tr}	Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, 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)

4. Distribusi Log-Person III

Langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person III adalah sebagai berikut ini.

- a. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $Y_i = \log X_i$
- b. Hitung harga rata-rata:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (3.12)$$

- c. Hitung harga simpangan baku:

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.13)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^3 \quad (3.14)$$

- e. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T menggunakan rumus:

$$\log X_T = \bar{Y} + K_T \cdot s \quad (3.15)$$

dimana:

K_T = variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan Cs (Koefisien G).

Nilai K_T untuk distribusi Log-Person III dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	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	2,922	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)

3.3.4 Uji Kecocokan

Uji kecocokan ini bertujuan untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Uji kecocokan

distribusi ini dilakukan menggunakan cara yang paling sering dipakai, yaitu Uji Chi-Kuadrat.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pada pengujian ini pengambilan keputusan menggunakan parameter χ^2 , persamaannya adalah sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.16)$$

dimana:

χ^2 = parameter chi-kuadrat terhitung,

G = jumlah sub kelompok,

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i, dan

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i.

Dari analisis yang dilakukan akan diterima jika nilai χ^2 yang diperoleh lebih kecil dari nilai χ_{cr}^2 (Chi-kuadrat kritis). Nilai χ_{cr}^2 diperoleh dari hubungan analisis derajat kebebasan (D_k) dan derajat kepercayaan (α). Biasanya pada uji Chi-kuadrat digunakan nilai derajat kepercayaan (α) sebesar 5%. Sedangkan untuk nilai derajat kebebasan (D_k) dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

$$K_d = 1 + 3,3 \log n \quad (3.17)$$

$$D_k = K_d - (p + 1) \quad (3.18)$$

dimana:

D_k = derajat kebebasan,

K_d = jumlah kelas distribusi,

n = jumlah data, dan

p = nilai untuk distribusi normal dan binormal = 2, nilai untuk distribusi poisson = 1.

Nilai hubungan analisis derajat kebebasan (D_k) dan derajat kepercayaan (α) dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut ini.

Tabel 3.7 Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Kuadrat (χ_{cr}^2)

dk	a derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,712	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: Suripin (2004)

Adapun langkah-langkah yang dilakukan Uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut.

1. Urutkan data pengamatan dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Menghitung jumlah kelas distribusi (K_d).
3. Menghitung derajat kebebasan (D_k).
4. Menentukan nilai χ_{cr}^2 yang dapat dilihat pada Lampiran 1.

5. Menghitung kelas distribusi.
6. Menghitung interval kelas.
7. Menghitung nilai χ^2 .
8. Bandingkan nilai χ^2 terhadap χ_{cr}^2 .

3.4 Debit Aliran Permukaan

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ($m^3/detik$) (Asdak, 2002).

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS. Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS berukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha (Goldman et.al., 1986 dalam Suripin, 2004). Persamaan metode rasional adalah sebagai berikut.

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (3.19)$$

dimana:

- Q = debit rancangan ($m^3/detik$),
 C = koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$),
 I = intensitas hujan (mm/jam), dan
 A = luas area (ha).

3.4.1 Koefisien *Run-Off* (C)

Koefisien *Run-Off* disebut juga sebagai koefisien aliran permukaan. Koefisien *run-off* adalah hubungan antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Nilai koefisien *run-off* dipengaruhi beberapa faktor, yaitu intensitas hujan, laju infiltrasi tanah, kemiringan lahan, dan tanaman penutup tanah. Nilai koefisien *run-off* untuk metode rasional dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut ini.

Tabel 3.8 Nilai Koefisien *Run-Off* Untuk Metode Rasional

Diskripsi lahan/karakter pemukiman	Koefisien aliran, C
Bussines	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tinggal	0,30 – 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,70 – 0,96
Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
Halaman, tanah berpasir	
Datar, 2%	0,05 – 0,10
Rata-rata, 2 - 7%	0,10 – 0,15
Curam, 7%	0,15 – 0,20
Halaman, tanah berat	
Datar, 2%	0,13 – 0,17
Rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
Curam, 7%	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
Hutam	
Datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
Berbukit, 10 – 30%	0,30 – 0,60

Sumber: McGuen (1989) dalam Suripin (2004)

3.4.2 Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan adalah kedalaman atau tinggi air curah hujan per satuan waktu. Pada penelitian ini menggunakan rumus Monobe, persamaannya adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_d} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.20)$$

dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (mm)

t_d = waktu hujan dominan (jam)

3.4 Air Tanah

3.4.1 Definisi

Air tanah merupakan segala bentuk aliran bawah tanah, yang menurut Asdak (1995) adalah bagian dari curah hujan yang terinfiltrasi kemudian mengalir dan bergabung dengan aliran debit.

3.4.3 Infiltrasi

Menurut Asdak (1995), infiltrasi adalah perjalanan air masuk ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Proses infiltrasi sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah tekstur atau struktur tanah, persediaan air awal (kelembaban awal), kegiatan biologi dan unsur organik, jenis dan kedalaman seresah, dan tumbuhan bawah atau tajuk penutup tanah lainnya.

Untuk mengetahui besarnya infiltrasi tanah yang terjadi maka bisa melakukan pengujian infiltrasi, secara umum terdapat 3 cara untuk mengukur besarnya infiltrasi tanah, ketiga cara tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Menentukan beda volume air hujan buatan dengan volume air permukaan pada percobaan laboratorium menggunakan simulasi hujan buatan.
2. Menggunakan teknik pemisahan hidrograf aliran dari data air hujan sehingga didapat berapa air yang menyerap dan berapa yang menjadi air permukaan.
3. Menggunakan alat infiltrometer. Pengujian ini umumnya dilakukan menggunakan alat infiltrometer ganda (*double ring infiltrometer*) yang terdiri dari satu ring infiltrometer berukuran kecil (30 cm) dan satu ring infiltrometer berukuran besar (46 – 50 cm). Selain menggunakan alat infiltrometer ganda, bisa juga menggunakan alat infiltrometer digital.

3.4.4 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas merupakan sebuah kemampuan untuk menembus atau melalui suatu zat atau membran. Sedangkan permeabilitas tanah adalah kemampuan yang dimiliki tanah itu sendiri dalam menghantarkan suatu zat cair melalui rongga-rongganya. Adapun faktor-faktor yang bisa mempengaruhi permeabilitas tanah yaitu, struktur tanah, tekstur tanah, porositas tanah atau ukuran rongga pada tanah, viskositas cairan, dan gravitasi.

Pada lapisan tanah terdapat rongga-rongga atau pori pori tanah yang dapat mempengaruhi kecepatan rembesan air, kecepatan rembesan air ini disebut juga dengan koefisien permeabilitas. Koefisien permeabilitas ini sendiri dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel, dan struktur partikel. Berikut ini adalah Tabel 3.9 yang menunjukkan nilai permeabilitas pada berbagai jenis material.

Tabel 3.9 Nilai Permeabilitas Dari Berbagai Jenis Material

No	Jenis Material	Permeabilitas (m/hari)
1	Pasir kasar	45
2	Pasir sedang	12
3	Pasir halus	2,5
4	Lanau	0,08
5	Lempung	0,0002
6	Batu pasir halus	0,2
7	Batu pasir sedang	3,1
8	Batu gamping	0,94
9	Pasir gumuk	20
10	Gambut	5,7
11	Sekis	0,2
12	Batu sabak	0,00008
13	Tuf	0,2
14	Basal	0,01
15	Gabro lapuk	0,2
16	Granit lapuk	1,4

Sumber: Purnama (2010)

3.5 Sumur Resapan Air Hujan

3.5.1 Pengertian Umum

Sumur resapan air hujan merupakan bangunan air yang dibuat di permukaan tanah dengan sedemikian rupa sehingga menyerupai sumur gali air minum. Fungsi pembangunan sumur resapan air hujan ini adalah untuk menampung air hujan yang jatuh dari atap rumah, sehingga air bisa lebih mudah meresap ke dalam tanah dan bisa mengurangi air limpasan khususnya pada area permukaan kedap air.

Sumur resapan air hujan juga disebut sebagai salah satu rekayasa teknik konservasi air dengan bentuk yang dirancang sedemikian rupa menyerupai sumur gali air minum namun dengan kedalaman tertentu, jika sumur gali air minum digali dengan kedalaman di bawah muka air tanah sedangkan sumur resapan digali dengan kedalaman di atas muka air tanah. Maksud dari sumur resapan sebagai rekayasa teknik konservasi air adalah upaya memelihara keberlanjutan keadaan, fungsi, dan sifat sumber daya air agar bisa terus-menerus tersedia baik secara kualitas maupun kuantitas sehingga dapat memenuhi kebutuhan kehidupan manusia, baik di masa sekarang maupun yang akan datang.

3.5.2 Metode SNI

Berdasarkan SNI 8456-2017 tentang Sumur dan Parit Resapan Air Hujan, langkah-langkah perhitungan dan penentuan jumlah sumur resapan air hujan adalah sebagai berikut.

1. Debit Rancangan

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (3.21)$$

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24}\right) \cdot \left(\frac{24}{t_d}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.22)$$

dimana:

Q = debit rancangan (m³/jam),

C = koefisien aliran permukaan (atap ditetapkan 0,95),

A = luas atap rumah (m²),

I = intensitas hujan (mm/jam),

R_{24} = curah hujan maksimum harian (mm), dan

t_d = waktu hujan dominan (jam).

2. Kedalaman Sumur Resapan

$$H = \frac{Q}{\omega \cdot \pi \cdot D \cdot K} \quad (3.23)$$

dimana :

Harga $\omega = 2$, untuk sumur kosong berdinding kedap air atau sumur tanpa dinding dengan batu pengisi.

Harga $\omega = 5$, untuk sumur kosong berdinding porus.

H = kedalaman sumur resapan (m),

Q = debit rancangan (m^3/jam),

D = diameter sumur (m), dan

K = koefisien permeabilitas tanah (m/jam).

3. Penentuan Jumlah Sumur Resapan

$$n = \frac{H}{H_{rencana}} \quad (3.24)$$

dimana:

H = kedalaman sumur resapan (m), dan

$H_{rencana}$ = kedalaman rencana sumur resapan (m)

3.5.3 Metode Sunjoto

Berdasarkan Sunjoto (1988) langkah-langkah perhitungan dan penentuan sumur resapan air hujan adalah sebagai berikut.

1. Debit Rancangan

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (3.25)$$

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \cdot \left(\frac{24}{t_d} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.26)$$

dimana:

- Q = debit rancangan (m³/detik),
 C = koefisien aliran permukaan atap rumah dan bangunan kedap lainnya,
 I = intensitas hujan (mm/jam),
 A = luas atap rumah dan bangunan kedap lainnya (m²), dan
 t_d = lama hujan dominan (jam).

2. Kedalaman Efektif Sumur Resapan

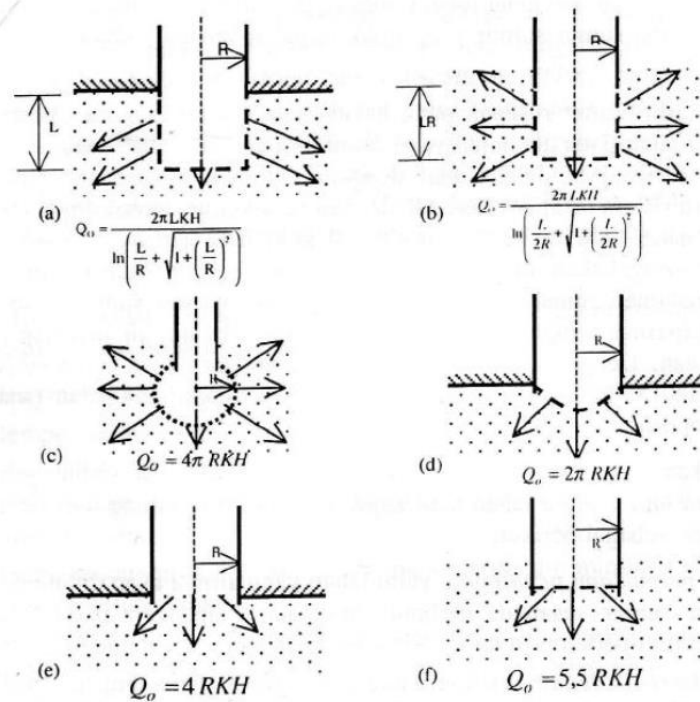
$$H = \frac{Q}{F \cdot K} \left(1 - e^{-\frac{F \cdot K \cdot T}{\pi R^2}} \right) \quad (3.27)$$

dimana:

- H = kedalaman efektif sumur resapan (m),
 F = faktor geometrik,
 K = koefisien permeabilitas tanah (m/dtk),
 Q = debit air masuk (m³/dtk),
 R = jari-jari sumur resapan (m), dan
 T = t_d (lama hujan dominan) (jam).

3. Faktor Geometrik

Faktor geometrik adalah suatu harga yang mewakili dari bentuk ujung sumur, tampang, radius, kededapan dinding serta perletakannya dalam lapisan tanah. Penentuan faktor geometrik tergantung pada beberapa keadaan seperti pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Debit Resapan Pada Sumur Dengan Berbagai Kondisi

Sumber: Bouilliot (1976) dalam Sunjoto (1988) dalam Suripin (2004)

Pada penelitian ini sumur resapan direncanakan dengan kondisi terletak pada tanah yang seluruhnya porous dengan dinding kedap air dan dasar sumur rata. Dari beberapa kondisi diatas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$F = 5,5 R \quad (3.28)$$

dimana:

F = faktor geometrik (m), dan

R = jari-jari sumur (m),

4. Penentuan Jumlah Sumur Resapan

$$n = \frac{H}{H_{rencana}} \quad (3.29)$$

dimana:

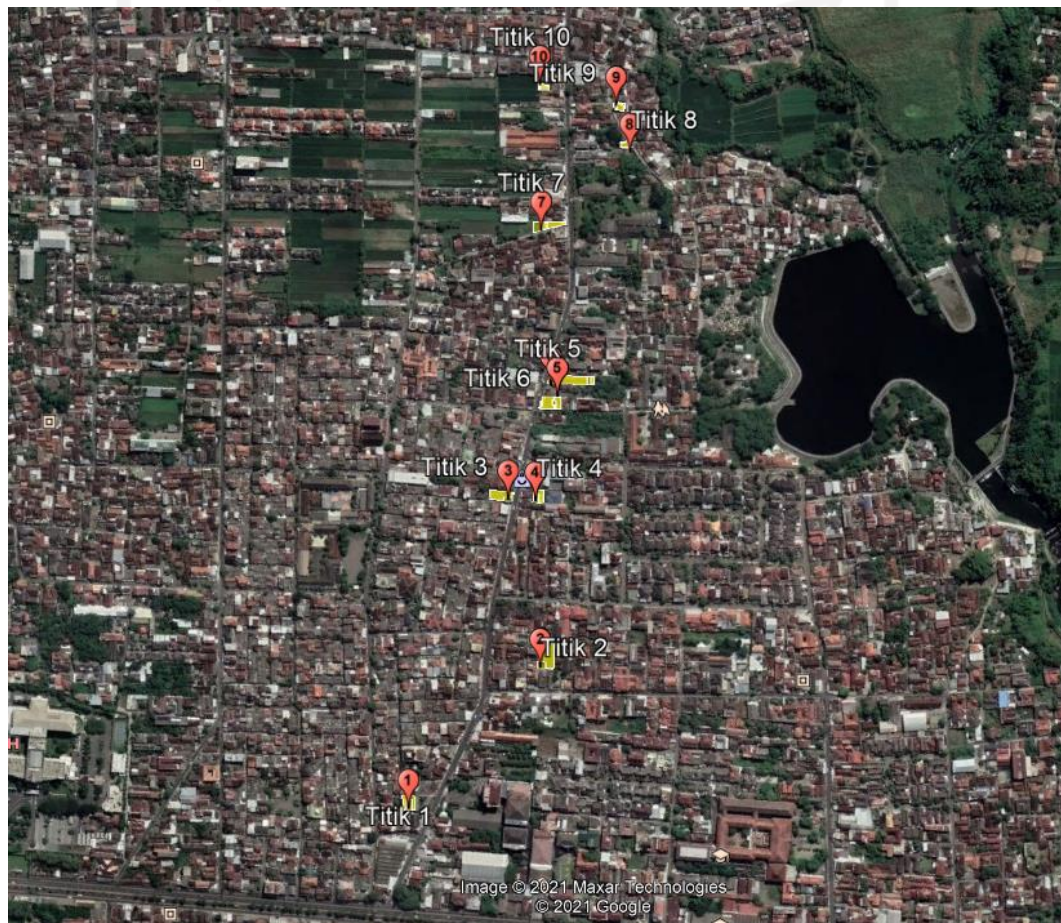
H = kedalaman efektif sumur resapan (m), dan

H_{rencana} = kedalaman rencana sumur resapan (m)

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang akan dijadikan tempat penelitian berada di daerah Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta. Tepatnya dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth 2021

4.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dibutuhkan data sebagai informasi yang akan digunakan untuk perhitungan analisis, data yang dibutuhkan berupa data primer dan data sekunder sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer merupakan data utama atau data pokok yang diperoleh langsung dari sumber asli. Pada penelitian ini terdapat dua data primer yang dicari, yaitu berupa nilai infiltrasi tanah yang diukur menggunakan alat ring infiltrometer dan luas area bangunan rumah yang dijadikan sampel penelitian. Data sampel diambil dari 10 rumah yang berada di kawasan Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta secara insitu.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung. Pada penelitian ini data sekunder yang dibutuhkan berupa data curah hujan kala ulang 10 tahun dari stasiun hujan yang berada paling dekat dengan lokasi penelitian. Namun karena data curah yang penulis peroleh hanya 2 stasiun hujan saja, dan lokasi penelitian berada di antara kedua stasiun hujan, maka data curah hujan maksimum harian yang dipakai adalah nilai rata-rata dari kedua stasiun hujan.

4.3 Peralatan

Pada penelitian ini diperlukan beberapa peralatan penunjang untuk pengambilan data berupa sebagai berikut.

1. Alat tulis,
2. *Stop Watch*,
3. *Ring Infiltrometer*,
4. Kamera, dan
5. Peralatan penunjang lainnya.

4.4 Pengujian Menggunakan Ring Infiltrometer

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data infiltrasi di 10 sampel di lokasi yang dituju. Adapun langkah-langkah uji infiltrasi adalah sebagai berikut.

1. Menentukan area lahan pengujian berupa 10 rumah tinggal yang terdapat halaman dengan permukaan tanah atau tidak kedap air.
2. Membersihkan permukaan tanah dari material-material yang mengganggu.
3. Memasukkan ring infiltrometer dengan cara menekan kedalam tanah, kemudian membersihkan area ring infiltrometer jika ada tanah-tanah yang menyembul keatas.
4. Tuangkan air kedalam ring bagian luar kemudian bagian dalam hingga penuh dan menunggu hingga air terinfiltrasi.
5. Lakukan tahap 4 sampai tanah disekitar ring infiltrometer menjadi jenuh.
6. Setelah tanah disekitar ring infiltrometer jenuh kemudian menuangkan air lagi hingga penuh untuk memulai pengukuran.
7. Menyalakan *stop watch* dan menunggu selama 1 menit.
8. Setelah 1 menit, kemudian mencatat penurunan yang terjadi.
9. Melakukan langkah 7 dan 8 terus menerus sampai didapat laju penurunan muka air secara konstan.
10. Jika laju penurunan muka air sudah konstan maka dapat diartikan laju infiltrasi sudah tetap.

4.5 Analisis Data

Dari data primer dan sekunder yang telah didapat selanjutnya dilakukan analisis perhitungan untuk memperoleh hasil yang dituju pada penelitian ini. Terdapat beberapa analisis perhitungan yang dilakukan, berikut ini adalah tahapan analisis yang dilakukan.

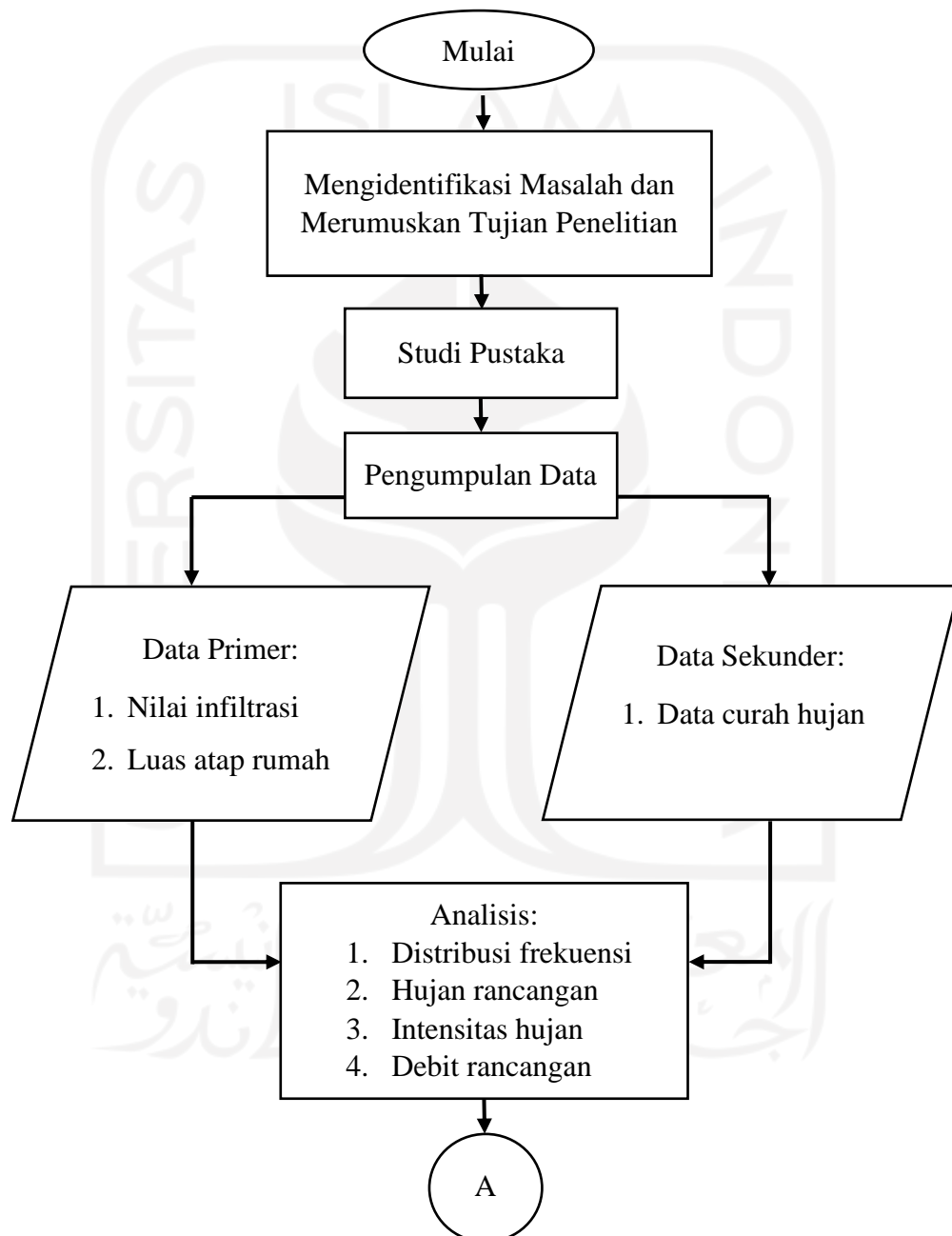
1. Analisis Hidrologi

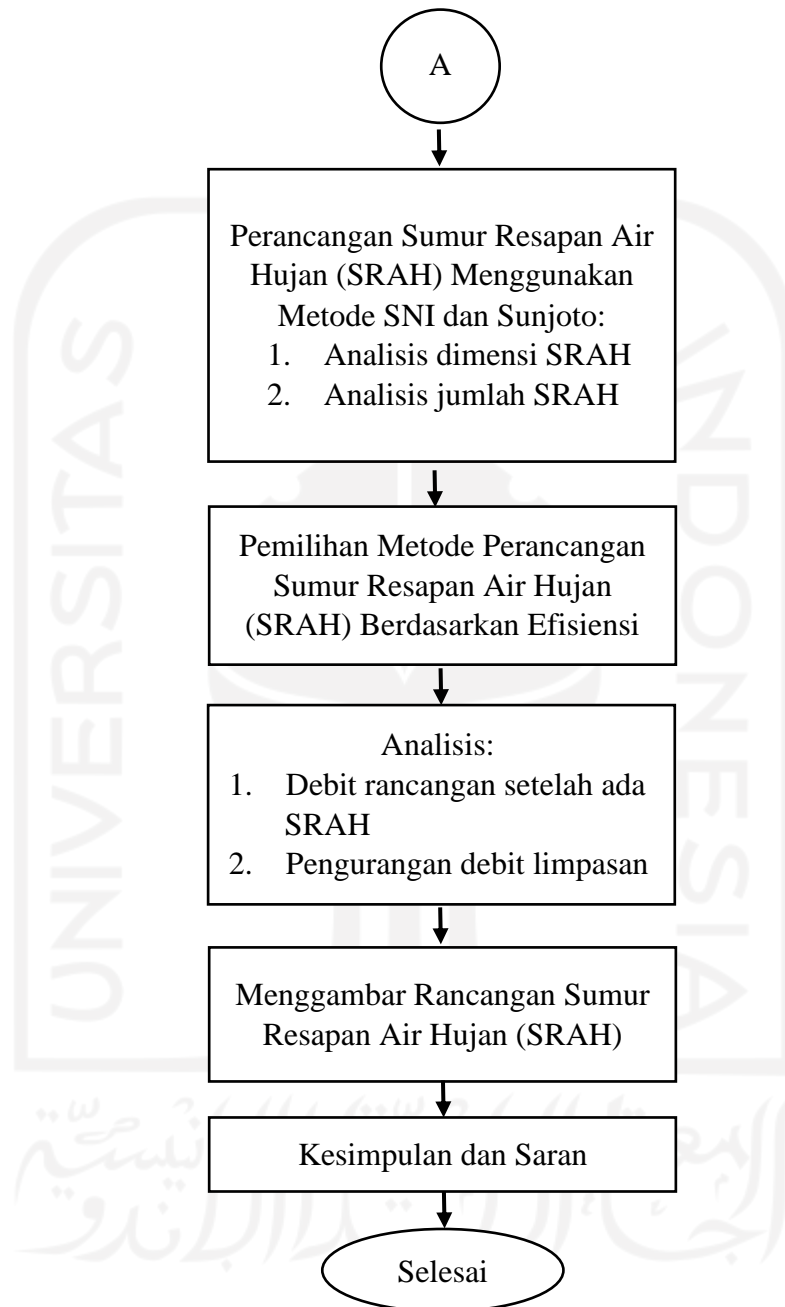
Tujuan dari analisis hidrologi ini adalah untuk memperoleh nilai curah hujan dan jenis distribusi frekuensi, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

- a. Karena data curah hujan yang diperoleh penulis yaitu 2 stasiun hujan terdekat dengan lokasi, maka data curah hujan yang digunakan adalah nilai rata-rata dari 2 data curah hujan tersebut.
 - b. Melakukan analisis frekuensi dan menentukan jenis distribusi frekuensi, serta melakukan uji kecocokan distribusi frekuensi.
 - c. Melakukan analisis debit rancangan aliran permukaan.
2. Perancangan Dimensi Dan Jumlah Sumur Resapan Air Hujan
Setelah didapat nilai-nilai dari analisis hidrologi maka dilanjutkan dengan melakukan perhitungan untuk merancang dimensi dan jumlah sumur resapan. Adapun metode perhitungan yang digunakan adalah menggunakan metode SNI 8456-2017 dan metode Sunjoto. Dari hasil akhir yang didapat kemudian akan dibandingkan mana yang lebih efisien dari segi jumlah dan dimensi sumur resapan.
 3. Analisis Debit Rancangan Sebelum Dan Sesudah Ada Sumur Resapan
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pengurangan debit limpasan permukaan setelah ada sumur resapan air hujan.

4.6 Bagan Alir

Dari langkah-langkah yang telah diuraikan sebelumnya dapat digambarkan menggunakan bagan alir seperti berikut ini.





Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa pengukuran permeabilitas tanah yang diperoleh melalui pengujian infiltrasi tanah di halaman rumah hunian yang berada di sekitar daerah Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta. Sedangkan data sekunder yang diperlukan berupa data curah hujan dengan kala ulang 10 tahun yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak.

5.1.1 Data Hidrologi

Data yang diperoleh penulis berupa data curah hujan pada stasiun hujan Gemawang dan stasiun hujan Santan dengan kala ulang 10 tahun. Data yang diperoleh tersebut sebagai berikut.

1. Koordinat Stasiun Hujan

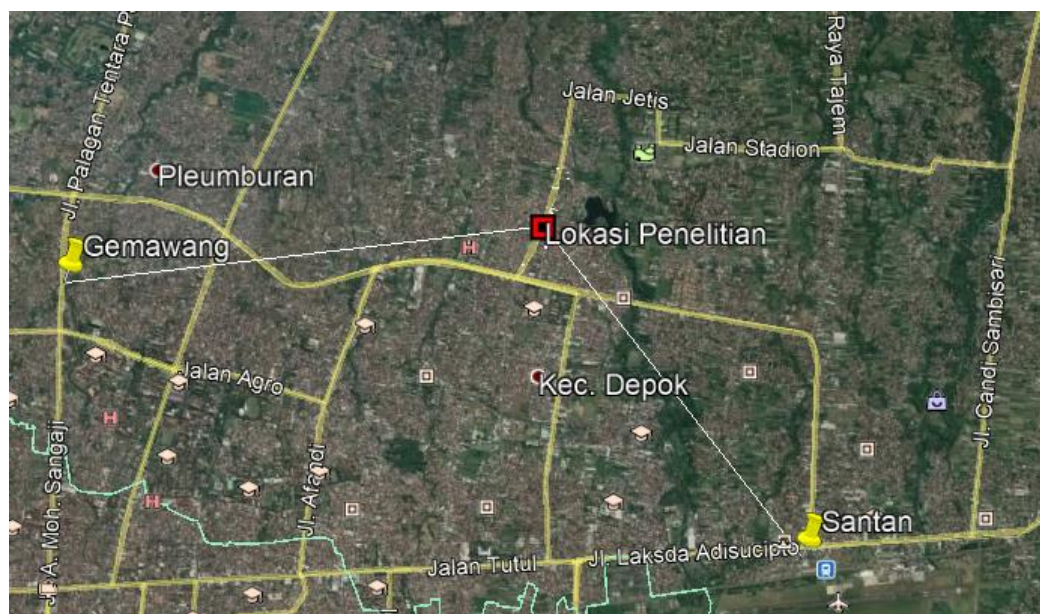
Terdapat 2 stasiun hujan dengan titik koordinat yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Koordinat Stasiun Hujan

Stasiun Hujan	Koordinat	
	X	Y
Gemawang	-7,758160°	110,369980°
Santan	-7,784330°	110,429180°

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak

Kemudian peta yang menunjukkan titik lokasi penelitian dan titik lokasi stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Lokasi Stasiun Hujan
(Sumber: Google Earth)

2. Data Curah Hujan Maksimum

Data curah hujan maksimum harian dipakai pada analisis frekuensi curah hujan. Data curah hujan yang diperoleh oleh penulis hanya dua stasiun hujan, yaitu stasiun Gemawang dan stasiun Santan. Karena lokasi penelitian berada di antara kedua stasiun hujan, maka data curah hujan maksimum harian yang dipakai adalah nilai rata-rata dari kedua stasiun hujan. Data curah hujan maksimum harian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Data Curah Hujan Maksimum Harian

Tahun	Gemawang (mm)	Santan (mm)
2011	51,4	75,6
2012	131,2	48
2013	106,7	90,6
2014	84,3	93
2015	124,8	84,2
2016	149,8	91
2017	200,9	253
2018	108	69,9
2019	98,6	46,5
2020	115,4	108,4

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak

Kemudian dari data curah hujan diatas dihitung untuk mendapatkan nilai curah hujan rata-rata. Hasil nilai hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Data Curah Hujan Rata-Rata

Tahun	Curah Hujan (mm)
2011	63,5
2012	89,6
2013	98,65
2014	88,65
2015	104,5
2016	120,4
2017	226,95
2018	88,95
2019	72,55
2020	111,9

5.1.2 Data Permeabilitas Tanah

Data permeabilitas tanah atau laju infiltrasi tanah diperoleh melalui pengujian dilapangan menggunakan alat uji ring infiltrometer. Pengujian dilakukan pada 10 titik lokasi yang berada di sekitar Jl. Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman. Pemilihan lokasi dengan ketentuan bangunan rumah tinggal yang masih terdapat halaman tanahnya. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Lokasi Pengujian
(Sumber: Google Earth)

Koordinat lokasi pengujian laju infiltrasi tanah dapat dilihat pada Tabel 5.4 Berikut ini.

Tabel 5.4 Koordinat Lokasi Pengujian Infiltrasi Tanah

Titik Lokasi	X	Y	Keterangan
1	-7,759096	110,407641	Rumah Hunia / Kost
2	-7,757869	110,409486	Rumah Hunian
3	-7,755917	110,409567	Rumah Hunian
4	-7,756004	110,40987	Rumah Hunia / Kost
5	-7,754904	110,410389	Rumah Hunia / Kost
6	-7,754766	110,410343	Rumah Hunian
7	-7,753026	110,410637	Rumah Hunian
8	-7,752383	110,411836	Rumah Hunian
9	-7,751828	110,411801	Rumah Hunian
10	-7,751417	110,411001	Rumah Hunian

Pengujian laju infiltrasi tanah dilakukan dengan interval $t = 1$ menit, karena jenis tanah pada lokasi pengujian adalah tanah berpasir, sehingga memiliki laju infiltrasi yang cukup tinggi.

Pengujian dilakukan secara berulang dengan interval $t = 1$ menit hingga diperoleh nilai laju infiltrasi tanah secara konstan. Dokumentasi pengujian infiltrasi tanah dapat dilihat pada Lampiran 1. Kemudian contoh hasil pengujian laju infiltrasi tanah pada lokasi 1 dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Lokasi 1

Pengujian ke-	Waktu Penurunan air t (menit)	Penurunan air di ring infiltrometer (cm)	Penurunan air di ring infiltrometer (cm/menit)	Penurunan air di ring infiltrometer (m/hari)	Penurunan air di ring infiltrometer (m/detik)
1	1	1	1	14,4	1,667E-04
2	1	0,8	0,8	11,52	1,333E-04
3	1	0,7	0,7	10,08	1,167E-04
4	1	0,7	0,7	10,08	1,167E-04
5	1	0,7	0,7	10,08	1,167E-04
6	1	0,7	0,7	10,08	1,167E-04
7	1	0,7	0,7	10,08	1,167E-04

Dari pengujian laju infiltrasi air tanah pada lokasi 1 di atas dapat dilihat bahwa nilai laju infiltrasi air secara konstan terjadi pada pengujian ke 3 s/d 7. Maka nilai laju infiltrasi air tanah yang dipakai pada lokasi ke-1 adalah 0,7 cm/menit.

Data pengujian laju infiltrasi tanah secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2. Kemudian hasil rekapitulasi nilai laju infiltrasi yang dipakai pada lokasi pengujian ke-1 hingga lokasi pengujian ke-10 dapat dilihat pada Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Hasil Rekapitulasi Pengujian Laju Infiltrasi Tanah

Pengujian Lokasi ke-	Waktu Penurunan air t (menit)	Penurunan air di ring infiltrometer (cm)	Penurunan air di ring infiltrometer (cm/menit)	Penurunan air di ring infiltrometer (m/hari)	Penurunan air di ring infiltrometer (m/detik)
1	1	0,7	0,7	10,08	1,167E-04
2	1	0,2	0,2	2,88	3,333E-05

Lanjutan Tabel 5.6 Hasil Rekapitulasi Pengujian Laju Infiltrasi Tanah

Pengujian Lokasi ke-	Waktu Penurunan air t (menit)	Penurunan air di ring infiltrometer (cm)	Penurunan air di ring infiltrometer (cm/menit)	Penurunan air di ring infiltrometer (m/hari)	Penurunan air di ring infiltrometer (m/detik)
3	1	1,7	1,7	24,48	2,833E-04
4	1	1,6	1,6	23,04	2,667E-04
5	1	1	1	14,4	1,667E-04
6	1	2,7	2,7	38,88	0,00045
7	1	1,2	1,2	17,28	0,0002
8	1	0,2	0,2	2,88	3,333E-05
9	1	3,4	3,4	48,96	5,667E-04
10	1	1	1	14,4	1,667E-04

5.2 Analisis Data

5.2.1 Penentuan Jenis Distribusi Frekuensi

Pada analisis frekuensi data curah hujan yang digunakan adalah rata-rata curah hujan maksimum harian rata-rata yang telah didapat seperti pada Tabel 5.3 di atas. Contoh perhitungan statistik curah hujan maksimum sebagai berikut.

Diketahui :

$$X_i 2011 = 63,5 \text{ mm/hari}$$

$$X_{\text{total 10 thn}} = 1065,65 \text{ mm/hari}$$

$$\bar{X} = \frac{1065,65}{10} = 106,565 \text{ mm/hari}$$

$$X_i - \bar{X} = 63,5 - 106,565 = -43,065$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = (-43,065)^2 = 1854,594$$

$$(X_i - \bar{X})^3 = (-43,065)^3 = -79868,1$$

$$(X_i - \bar{X})^4 = (-43,065)^4 = 3439519,739$$

Hasil rekapitulasi perhitungan statistik curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini

Tabel 5.7 Data Statistik Curah Hujan Maksimum

Tahun	Curah Hujan	Xi rerata	Xi - \bar{X}	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
	Xi	\bar{X}				
2011	63,5	106,565	-43,065	1854,594	-79868,1	3439519,74
2012	89,6	106,565	-16,965	287,8112	-4882,72	82835,3012
2013	98,65	106,565	-7,915	62,64723	-495,853	3924,6748
2014	88,65	106,565	-17,915	320,9472	-5749,77	103007,121
2015	104,5	106,565	-2,065	4,264225	-8,80562	18,1836149
2016	120,4	106,565	13,835	191,4072	2648,119	36636,7258
2017	226,95	106,565	120,385	14492,55	1744685	210033954
2018	88,95	106,565	-17,615	310,2882	-5465,73	96278,7826
2019	72,55	106,565	-34,015	1157,02	-39356	1338695,8
2020	111,9	106,565	5,335	28,46222	151,846	810,098252
Jumlah	1065,65		-1,1E-13	18709,99	1611658	215135680

Kemudian melakukan perhitungan untuk menentukan parameter statistik yang digunakan sebagai penentu jenis distribusi probabilitas yang digunakan.

Standar Deviasi (s)

$$\begin{aligned}
 s &= \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \left[\frac{1}{10-1} \cdot 18709,99 \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= 45,595 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Koefisien Varian (Cv)

$$\begin{aligned}
 Cv &= \frac{s}{\bar{X}} \\
 &= \frac{45,595}{106,565} \\
 &= 0,428
 \end{aligned}$$

Koefisien *Skewness*/Kemencengan (Cs)

$$\begin{aligned}
 Cs &= \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3 \\
 &= \frac{10}{(10-1)(10-2)45,595^3} \cdot 1611658 \\
 &= 2,362
 \end{aligned}$$

Koefisien Kurtosis (Ck)

$$\begin{aligned}
 Ck &= \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \\
 &= \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)45,595^4} \cdot 215135680 \\
 &= 9,877
 \end{aligned}$$

Dari nilai parameter yang diperoleh, kemudian menentukan jenis distribusi. Terdapat beberapa ketentuan untuk mengetahui jenis distribusi yang akan dipakai. Persyaratan parameter statistik untuk menentukannya dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Penentuan Distribusi Probabilitas

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$	2,361532426	Tidak
		$Ck \approx 3$	9,876880621	Tidak
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$	$2,361532 \neq 1,361903$	Tidak
		$Ck = Cv^3 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	$9,876881 \neq 4,154015$	Tidak
3	Gumbel	$Cs = 1,14$	2,361532426	Tidak
		$Ck = 5,4$	9,876880621	Tidak
4	Log-Person III	Selain dari data nilai diatas		Memenuhi

Berdasarkan tabel 5.8 diatas dapat diketahui tidak ada parameter yang memenuhi persyaratan, maka analisis frekuensi digunakan metode distribusi Log-Person III.

5.2.2 Uji Kecocokan Distribusi Probabilitas

Setelah ditentukan distribusi probabilitas yang dipakai, yaitu Log-Person III, kemudian perlu dilakukan pengujian kecocokan distribusi probabilitas menggunakan uji Chi-Kuadrat.

Langkah pertama adalah melakukan perhitungan statistik curah hujan dengan logaritmik. Contoh perhitungan statistik dengan logaritmik dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Y_i &= \text{Log } X_i \\
 &= \text{Log } X_i \text{ 2011} \\
 &= \text{Log } 63,5 \\
 &= 1,803 \\
 \bar{Y} &= \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \\
 &= \frac{20,011}{10} \\
 &= 2,0011 \text{ mm} \\
 (Y_i - \bar{Y}) &= 1,803 - 2,0011 \\
 &= -0,1983 \\
 (Y_i - \bar{Y})^2 &= (-0,198)^2 \\
 &= 0,0393 \\
 (Y_i - \bar{Y})^3 &= (-0,198)^3 \\
 &= 0,0078 \\
 (Y_i - \bar{Y})^4 &= (-0,198)^4 \\
 &= 0,00155
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan statistik dengan logaritmik dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Data Statistik Curah hujan Dengan Logaritmik

Tahun	X_i	Y_i	\bar{Y}	$(Y_i - \bar{Y})$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^3$	$(Y_i - \bar{Y})^4$
	curah hujan	Log X_i	$\sum Y_i/n$				
2011	63,5	1,803	2,0011	-0,1983	0,0393	-0,0078	0,00155
2012	89,6	1,952	2,0011	-0,0488	0,00238	-0,000116	5,67E-06
2013	98,65	1,994	2,0011	-0,0070	4,924E-05	-3,46E-07	2,42E-09
2014	88,65	1,948	2,0011	-0,0534	0,00286	-0,000153	8,15E-06
2015	104,5	2,019	2,0011	0,01800	0,000324	5,84E-06	1,05E-07
2016	120,4	2,081	2,0011	0,07951	0,00632	0,000503	3,997E-05

Lanjutan Tabel 5.9 Data Statistik Curah hujan Dengan Logaritmik

Tahun	Xi	Yi	\bar{Y}	$(Y_i - \bar{Y})$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^3$	$(Y_i - \bar{Y})^4$
	curah hujan	Log Xi	$\Sigma Y_i/n$				
2017	226,95	2,356	2,0011	0,3548	0,1259	0,0447	0,0158
2018	88,95	1,949	2,0011	-0,0520	0,0027	-0,00014	7,29E-06
2019	72,55	1,861	2,0011	-0,1405	0,01973	-0,00277	3,89E-04
2020	111,9	2,049	2,0011	0,0477	0,00228	0,000109	5,184E-06
Jumlah	1065,65	20,0111		-1,9E-15	0,20188	0,0343	0,01785

Berikutnya menentukan jumlah kelas (K_d), derajat kebebasan (D_k), dan Chi-Kuadrat kritis (χ_{cr}^2). Perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$n = 10$$

$$\begin{aligned} K_d &= 1+3,3\log(n) \\ &= 1+3,3\log(10) \\ &= 4,3 \text{ kelas} \\ &\approx 5 \text{ kelas} \end{aligned}$$

$$p = 2$$

$$\begin{aligned} D_k &= K_d - (p+1) \\ &= 5 - (2+1) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\chi_{cr}^2 = 5,991 \text{ (derajat kepercayaan } 5\% = 0,05)$$

Kemudian menghitung interval kelas distribusi, perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kelas distribusi} &= \frac{1}{K} \cdot 100\% \\ &= \frac{1}{5} \cdot 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Maka didapat nilai interval kelas distribusi ($P_{(x)}$) yaitu 20%, 40%, 60% dan 80%. Dari setiap nilai interval kelas distribusi ($P_{(x)}$) akan digunakan untuk mencari

nilai X_T . Selanjutnya menghitung parameter yang akan digunakan pada distribusi Log-Person III sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\bar{Y} &= 2,0011 \text{ mm} \\ s &= \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{(1,803 - 2,0011)^2}{10-1} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,1498 \text{ mm} \\ C_s &= \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^3 \\ &= \frac{10}{(10-1)(10-2)0,1498^3} 0,0343 \\ &= 1,418\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai C_s (Koefisien G) sebesar 1,418. Nilai C_s (Koefisien G) yang didapat berada di antara nilai 1,6 dan 1,4. Maka diperlukan interpolasi untuk mendapatkan nilai C_s (Koefisien G / K_T). Tabel nilai K_T untuk koefisien G 1,6 dan 1,4 dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Nilai K_T untuk Koefisien G 1,6 dan 1,4

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
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

Contoh perhitungan interpolasi dan nilai X_T pada interval 80% dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}P_{(x)} &= 80\% \\ T &= \frac{1}{P_{(x)}} \\ &= \frac{1}{80\%} \\ &= 1,25 \text{ tahun}\end{aligned}$$

$$\frac{x}{(-0,817-(-0,832))} = \frac{1,418-1,4}{16-1,4}$$

$$\frac{x}{-0,029} = \frac{0,018}{0,2}$$

$$x = 0,00136$$

$$K_T = (-0,832)+0,00136$$

$$= -0,8306$$

$$\log X_{1,25} = \bar{Y} + K_T \cdot s$$

$$= 2,0011 + (-0,8306) \cdot 0,1498$$

$$= 1,8767$$

$$X_{1,25} = \text{arc log } X_{1,25}$$

$$= 10^{1,8767}$$

$$= 75,2853 \text{ mm}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan hujan rancangan harian maksimum periode T (tahun) menggunakan metode Log-Person III dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Hujan Rancangan Harian Maksimum Metode Log-Person III

$P_{(x)}$	Kala Ulang (T)	\bar{Y}	K_T	Log X_T	X_T (mm)
80%	1,25	2,0011	-0,8306	1,8767	75,2853
60%	1,667	2,0011	-0,5107	1,9246	84,0660
40%	2,5	2,0011	-0,2276	1,9670	92,6877
20%	5	2,0011	0,7023	2,1063	127,7303

Langkah terakhir adalah mencari nilai Chi-Kuadrat (χ^2) yang dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Hasil Uji Chi-Kuadrat

Kelas	Interval			Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /2
1	P	≤	75,2853	2	2	0	0
2	75,2853	<P≤	84,0660	2	0	-2	2
3	84,0660	<P≤	92,6877	2	3	1	0,5
4	92,6877	<P≤	127,7303	2	4	2	2
5	127,7303	<P		2	1	-1	0,5
	Jumlah			10	10	χ^2	5

Berdasarkan perhitungan Chi-Kuadrat (X^2) diatas diperoleh nilai sebesar 5, sedangkan nilai Chi-Kuadrat Kritis (χ_{cr}^2) adalah sebesar 5,991. Karena nilai Chi-Kuadrat lebih kecil daripada nilai Chi-Kuadrat Kritis, maka sampel distribusi yang digunakan dapat diterima.

Pada Tugas Akhir ini penulis telah menentukan batasan masalah bahwa menggunakan hujan rancangan harian maksimum periode kala ulang 5 tahun. Karena sampel distribusi yang digunakan dapat diterima, maka akan digunakan hujan rancangan harian maksimum yang telah dihitung diatas, yaitu sebesar 127,7303 mm.

5.2.3 Analisis Debit Rancangan

Berikut adalah tahapan analisis debit rancangan.

1. Koefisien Limpasan Permukaan (C)

Pada setiap titik pengujian memiliki area tangkapan yang terdiri dari beberapa jenis permukaan. Karena memiliki beberapa jenis permukaan maka perlu mencari nilai koefisien gabungan (\bar{C}) pada setiap area tangkapan lokasi pengujian. Sedangkan untuk luas area tangkapan (A) diperoleh dari bantuan Google Earth. Contoh perhitungan koefisien gabungan pada area tangkapan lokasi 1 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C_1 \text{ (Atap)} &= 0,95 \\
 A_1 \text{ (Atap)} &= 0,0233 \text{ ha} \\
 C_2 \text{ (Halaman)} &= 0,1 \\
 A_2 \text{ (Halaman)} &= 0,0068 \text{ ha} \\
 \bar{C} &= \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \\
 &= \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2} \\
 &= \frac{0,95 \cdot 0,0233 + 0,1 \cdot 0,0068}{0,0233 + 0,0068} \\
 &= 0,7580
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan nilai koefisien limpasan gabungan dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Nilai Koefisien Limpasan Gabungan

Lokasi Pengujian	Keterangan	C	A (ha)	\bar{C}
1	Atap	0,95	0,0233	0,7580
	Halaman	0,1	0,0068	
2	Atap	0,95	0,0541	0,8269
	Halaman	0,1	0,0119	
3	Atap	0,95	0,0295	0,8269
	Paving	0,7	0,00324	
	Halaman	0,1	0,00443	
4	Atap	0,95	0,0134	0,7417
	Paving	0,7	0,00478	
	Halaman	0,1	0,00404	
5	Atap	0,95	0,0349	0,9142
	Paving	0,7	0,00584	
6	Atap	0,95	0,0462	0,8864
	Paving	0,7	0,00825	
	Halaman	0,1	0,00178	
7	Atap	0,95	0,0204	0,5357
	Halaman	0,1	0,0194	
8	Atap	0,95	0,00767	0,5531
	Halaman	0,1	0,00672	
9	Atap	0,95	0,00854	0,6076
	Halaman	0,1	0,00576	
10	Atap	0,95	0,00559	0,6947
	Paving	0,7	0,00222	
	Halaman	0,1	0,00242	

2. Intensitas Hujan (I)

Perhitungan intensitas hujan menggunakan persamaan Monobe. Pada penelitian ini debit rancangan permukaan hanya terbatas pada area tangkapan per lokasi pengujian. Annaji (2021) dalam Tugas Akhirnya menyatakan bahwa hujan dengan kedalaman >50 mm di DAS Opak memiliki kejadian terbanyak pada hujan dengan durasi 4 jam. Sehingga durasi hujan dominan (t_d) digunakan adalah 4 jam. Perhitungan intensitas hujan pada area tangkapan lokasi 1 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 R_{24} &= 127,7303 \text{ mm} \\
 t_d &= 4 \text{ jam} \\
 I &= \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t_d}\right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= \frac{127,7303}{24} \cdot \left(\frac{24}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 17,5732 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan intensitas hujan pada area tangkapan lokasi 1 sampai dengan lokasi 10 memiliki hasil yang sama, yaitu 17,5732 mm/jam.

3. Debit Rancangan Tanpa Sumur Resapan

Perhitungan debit limpasan rancangan dihitung menggunakan metode rasional. Contoh perhitungan debit limpasan rancangan pada area tangkapan lokasi 1 bisa dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \bar{C}_1 &= 0,75797 \\
 I_1 &= 17,5732 \text{ mm/jam} \\
 A_1 &= 0,0233 + 0,0068 \\
 &= 0,0301 \text{ ha} \\
 Q_1 &= 0,002778 \cdot \bar{C}_1 \cdot I_1 \cdot A_1 \\
 &= 0,002778 \cdot 0,75797 \cdot 17,5732 \cdot 0,0301 \\
 &= 0,0011138 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan debit limpasan rancangan pada area tangkapan dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Debit Limpasan Rancangan Tanpa Sumur Resapan

Lokasi Pengujian	C	I (mm/jam)	A (ha)	Q (m ³ /det)
1	0,75797	17,5732	0,0301	1,114E-03
2	0,79674	17,5732	0,066	2,567E-03
3	0,8269	17,5732	0,03717	1,501E-03
4	0,74167	17,5732	0,02222	8,045E-04
5	0,91416	17,5732	0,04074	1,818E-03

Lanjutan Tabel 5.14 Debit Limpasan Rancangan Tanpa Sumur Resapan

Lokasi Pengujian	C	I (mm/jam)	A (ha)	Q (m ³ /det)
6	0,88641	17,5732	0,05623	2,433E-03
7	0,53568	17,5732	0,0398	1,041E-03
8	0,55306	17,5732	0,01439	3,885E-04
9	0,60762	17,5732	0,0143	4,242E-04
10	0,69467	17,5732	0,01023	3,469E-04

5.2.4 Perancangan Dimensi Dan Jumlah Sumur Resapan Air Hujan

1. Metode SNI

Perhitungan ini dilakukan berdasarkan SNI 8456-2017 tentang Sumur dan Parit Resapan Air Hujan. Contoh perhitungan sumur resapan air hujan pada lokasi 1 menggunakan metode SNI sebagai berikut.

Diketahui:

$$C \text{ (atap)} = 0,95$$

$$\begin{aligned} \text{Intensitas hujan} &= 17,5732 \text{ mm/jam} \\ &= 0,0175732 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A \text{ (atap)} &= 0,0233 \text{ ha} \\ &= 233 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K \text{ (lokasi 1)} &= 10,08 \text{ m/hari} \\ &= 0,42 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ rencana} &= 2 \text{ m (jika } H \leq 2 \text{ m)} \\ &= 2,5 \text{ m (jika } 2 \text{ m} \leq H \leq 10 \text{ m)} \\ &= 3 \text{ m (jika } H \geq 10 \text{ m)} \end{aligned}$$

$$\text{Diameter sumur rencana} = 1 \text{ m}$$

a. Debit masuk rancangan (Q)

$$\begin{aligned} Q &= C \cdot I \cdot A \\ &= 0,95 \cdot 0,0175732 \cdot 233 \\ &= 3,8898 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

b. Jumlah sumur resapan

$$H = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot D \cdot K}$$

$$= \frac{3,889822603}{2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 0,42}$$

$$= 1,474 \text{ m}$$

Karena hasil kedalaman efektif sumur resapan (H) yang diperoleh $1,474 \text{ m} < 2 \text{ m}$, maka digunakan kedalaman minimum rencana yaitu 2 m .

$$n = \frac{H}{H_{\text{rencana}}}$$

$$= \frac{1,474}{2}$$

$$= 0,3685 \text{ buah}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

Rekapitulasi perhitungan sumur resapan air hujan menggunakan metode SNI 8456-2017 dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Perhitungan Sumur Resapan Metode SNI

Lokasi Pengujian	C atap	I (mm/jam)	I (m/jam)	A (m ²)	Q (m ³ /jam)	D (m)	K (m/jam)	H efektif (m)	H rencana (m)	n
1	0,95	17,5732	0,0175732	233	3,8898	1	0,42	1,474	2	1
2	0,95	17,5732	0,0175732	541	9,0317	1	0,12	11,9787	3	4
3	0,95	17,5732	0,0175732	295	4,9249	1	1,02	0,7685	2	1
4	0,95	17,5732	0,0175732	134	2,2371	1	0,96	0,3709	2	1
5	0,95	17,5732	0,0175732	349	5,8264	1	0,6	1,5455	2	1
6	0,95	17,5732	0,0175732	462	7,7129	1	1,62	0,7577	2	1
7	0,95	17,5732	0,0175732	204	3,4057	1	0,72	0,7528	2	1
8	0,95	17,5732	0,0175732	76,7	1,2805	1	0,12	1,6983	2	1
9	0,95	17,5732	0,0175732	85,4	1,4257	1	2,04	0,1112	2	1
10	0,95	17,5732	0,0175732	55,9	0,9332	1	0,6	0,2475	2	1

2. Metode Sunjoto

Berikut ini merupakan contoh perhitungan sumur resapan air hujan pada lokasi 1 menggunakan metode Sunjoto.

Diketahui:

$$R_{5 \text{ thn}} = 127,7303 \text{ mm}$$

$$C (\text{atap}) = 0,75 - 0,95 \text{ (diambil } 0,95)$$

$$\text{Intensitas hujan} = 17,5732 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned}
 A \text{ atap} &= 0,0233 \text{ ha} \\
 H \text{ rencana} &= 2 \text{ m (jika } H \leq 2 \text{ m)} \\
 &= 2,5 \text{ m (jika } 2 \text{ m} \leq H \leq 10 \text{ m)} \\
 &= 3 \text{ m (jika } H \geq 10 \text{ m)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Diameter rencana sumur resapan (D)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari (R)} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Durasi hujan dominan (td)} = 4 \text{ jam}$$

a. Debit masuk rancangan (Q)

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \\
 &= 0,002778 \cdot 0,95 \cdot 17,5732 \cdot 0,0233 \\
 &= 0,001081 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

b. Faktor geometrik (F)

Faktor geometrik digunakan $5,5 \cdot R$

$$\begin{aligned}
 F &= 5,5 \cdot 0,5 \\
 &= 2,75
 \end{aligned}$$

c. Koefisien permeabilitas tanah (K)

$$K = 0,0001167 \text{ m/detik}$$

d. Durasi hujan dominan (td)

$$\begin{aligned}
 t_d &= 4 \text{ jam} \\
 &= 14400 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

e. Kedalaman efektif sumur resapan (H)

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{Q}{F \cdot K} \left(1 - e^{-\frac{F \cdot K \cdot t_d}{\pi \cdot R^2}} \right) \\
 &= \frac{0,001081}{2,75 \cdot 0,000116667} \left(1 - e^{-\frac{2,75 \cdot 0,00011667 \cdot 14400}{\pi \cdot 0,5^2}} \right) \\
 &= 3,3587 \text{ m}
 \end{aligned}$$

f. Jumlah sumur resapan (n)

Karena hasil kedalaman efektif sumur resapan (H) yang diperoleh $2 \text{ m} \leq 3,3587 \text{ m} \leq 10 \text{ m}$, maka digunakan kedalaman minimum rencana yaitu 2,5 m.

$$n = \frac{H_{\text{efektif}}}{H_{\text{rencana}}}$$

$$= \frac{3,3587}{2,5}$$

$$= 1,3435 \text{ buah}$$

$$= 2 \text{ buah}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan sumur resapan air hujan menggunakan metode Sunjoto dapat dilihat pada tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Perhitungan Sumur Resapan Metode Sunjoto

Lokasi Pengujian	Luas atap (ha)	I (mm/jam)	Q (m ³ /detik)	F (5,5-r)	K (m/detik)	td (jam)	H efektif (m)	H rencana (m)	n
1	0,0233	17,5732	0,001081	2,75	1,1667E-04	4	3,3587	2,5	2
2	0,0541	17,5732	0,002509	2,75	3,333E-05	4	22,2733	3	8
3	0,0295	17,5732	0,001368	2,75	2,8333E-04	4	1,7559	2	1
4	0,0134	17,5732	0,0006215	2,75	2,6667E-04	4	0,8474	2	1
5	0,0349	17,5732	0,001619	2,75	1,667E-04	4	3,5306	2,5	2
6	0,0462	17,5732	0,002143	2,75	0,00045	4	1,7314	2	1
7	0,0204	17,5732	0,0009461	2,75	0,0002	4	1,7201	2	1
8	0,00767	17,5732	0,0003557	2,75	3,3333E-05	4	3,1578	2,5	2
9	0,00854	17,5732	0,0003961	2,75	5,667E-04	4	0,2542	2	1
10	0,00559	17,5732	0,0002592	2,75	1,667E-04	4	0,5655	2	1

Dari rangkaian perhitungan dimensi dan jumlah sumur resapan air hujan yang telah dilakukan dengan metode SNI dan metode Sunjoto di atas, kemudian membandingkan hasil yang diperoleh berupa jumlah sumur resapan air hujan dari masing-masing metode. Hasil perbandingan sumur resapan dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Perbandingan Dimensi dan Jumlah Sumur Resapan Metode SNI dan Metode Sunjoto

Lokasi pengujian	Metode SNI			Metode Sunjoto		
	Jumlah	Diameter (m)	Kedalaman (m)	Jumlah	Diameter (m)	Kedalaman (m)
1	1	1	2	2	1	2,5
2	4	1	3	8	1	3
3	1	1	2	1	1	2

Lanjutan Tabel 5.17 Perbandingan Dimensi dan Jumlah Sumur Resapan Metode SNI dan Metode Sunjoto

Lokasi pengujian	Metode SNI			Metode Sunjoto		
	Jumlah	Diameter (m)	Kedalaman (m)	Jumlah	Diameter (m)	Kedalaman (m)
4	1	1	2	1	1	2
5	1	1	2	2	1	2,5
6	1	1	2	1	1	2
7	1	1	2	1	1	2
8	1	1	2	2	1	2,5
9	1	1	2	1	1	2
10	1	1	2	1	1	2

5.2.5 Hasil Perancangan Sumur Resapan Air Hujan yang Dipakai

Dari hasil perbandingan dimensi dan jumlah sumur resapan yang diperoleh di atas, dapat dilihat bahwa hasil dari perhitungan metode SNI lebih efisien dibanding dengan metode Sunjoto dari segi jumlah dan dimensi sumur resapan.

Kemudian akan dilakukan perancangan gambar detail sumur resapan menggunakan metode SNI dengan dimensi sesuai hasil yang diperoleh seperti pada Tabel 5.17. Gambar rancangan dapat dilihat pada lampiran.

5.2.6 Perbandingan Debit Limpasan

Berikut ini adalah perbandingan debit limpasan permukaan sebelum dan sesudah ada sumur resapan air hujan.

1. Debit limpasan sebelum ada sumur resapan

Hasil perhitungan debit limpasan rancangan sebelum ada sumur resapan menggunakan perhitungan sebelumnya yang terdapat pada Tabel 5.14.

2. Debit limpasan setelah ada sumur resapan

Debit limpasan rancangan setelah ada sumur resapan dihitung tanpa beban hujan yang jatuh di atap. Contoh perhitungan debit limpasan rancangan sesudah ada sumur resapan pada lokasi 1 sebagai berikut.

a. Koefisien limpasan permukaan tanpa atap

$$C_2 (\text{Halaman}) = 0,1$$

$$A_2 (\text{Halaman}) = 0,0068 \text{ ha}$$

$$\begin{aligned} \bar{C} &= \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \\ &= \frac{C_2 \cdot A_2}{A_2} \\ &= \frac{0,1 \cdot 0,0068}{0,0068} \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan nilai koefisien limpasan permukaan tanpa atap dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.18 Nilai Koefisien Limpasan Gabungan Tanpa Atap

Lokasi Pengujian	Keterangan	C	A (ha)	\bar{C}
1	Atap	-	-	0,1
	Halaman	0,1	0,0068	
2	Atap	-	-	0,1
	Halaman	0,1	0,0119	
3	Atap	-	-	0,3535
	Paving	0,7	0,00324	
	Halaman	0,1	0,00443	
4	Atap	-	-	0,4252
	Paving	0,7	0,00478	
	Halaman	0,1	0,00404	
5	Atap	-	-	0,7
	Paving	0,7	0,00584	
6	Atap	-	-	0,5935
	Paving	0,7	0,00825	
	Halaman	0,1	0,00178	
7	Atap	-	-	0,1
	Halaman	0,1	0,0194	
8	Atap	-	-	0,1
	Halaman	0,1	0,00672	
9	Atap	-	-	0,1
	Halaman	0,1	0,00576	

Lanjutan Tabel 5.18 Nilai Koefisien Limpasan Gabungan Tanpa Atap

Lokasi Pengujian	Keterangan	C	A (ha)	\bar{C}
10	Atap	-	-	0,3871
	Paving	0,7	0,00222	
	Halaman	0,1	0,00242	

b. Debit limpasan rancangan sesudah ada sumur resapan

$$\bar{C}_1 = 0,1$$

$$I_1 = 17,57317643 \text{ mm/jam}$$

$$A_1 = 0,0068 \text{ ha}$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= 0,002778 \cdot \bar{C}_1 \cdot I_1 \cdot A_1 \\ &= 0,002778 \cdot 0,1 \cdot 17,5732 \cdot 0,0068 \\ &= 3,32E-05 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3. Pengurangan debit limpasan

Berikut ini adalah contoh perhitungan pengurangan debit limpasan dan efektifitas pada lokasi 1.

$$\begin{aligned} Q_{\text{berkurang}} &= Q_{\text{sebelum ada sumur resapan}} - Q_{\text{sesudah ada sumur resapan}} \\ &= 0,0011138 - 0,0000332 \\ &= 0,001081 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Efektifitas} = 97,0195\%$$

Hasil rekapitulasi perhitungan pengurangan debit limpasan setelah ada sumur resapan dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut ini.

Tabel 5.19 Hasil Pengurangan Debit Limpasan Setelah Ada Sumur Resapan

Lokasi Pengujian	Q_{sebelum} m ³ /detik	Q_{sesudah} m ³ /detik	$Q_{\text{berkurang}}$ m ³ /detik	Efektifitas (%)
1	1,1138E-03	3,3196E-05	0,001081	97,0195
2	2,5671E-03	5,8094E-05	0,002509	97,737
3	1,5005E-03	1,3235E-04	0,001368	91,1797
4	8,0453E-04	1,8307E-04	0,0006215	77,2451
5	1,8181E-03	1,9957E-04	0,001619	89,0234

Lanjutan Tabel 5.19 Hasil Pengurangan Debit Limpasan Setelah Ada Sumur Resapan

Lokasi Pengujian	Q _{sebelum} m ³ /detik	Q _{sesudah} m ³ /detik	Q _{berkurang} m ³ /detik	Efektifitas (%)
6	2,4333E-03	2,9062E-04	0,002143	88,0565
7	1,0408E-03	9,4708E-05	0,0009461	90,9006
8	3,8852E-04	3,2806E-05	0,0003557	91,5562
9	4,2418E-04	2,8119E-05	0,0003961	93,3709
10	3,4693E-04	8,7678E-05	0,0002592	74,7274

5.3 Pembahasan

Terdapat dua data curah hujan kala ulang 10 tahun yang penulis peroleh dari BBWS Serayu Opak, yaitu data curah hujan stasiun Gemawang dan stasiun Santan. Karena hanya dua stasiun hujan, dan lokasi penelitian berada di antara kedua stasiun hujan tersebut, maka data curah hujan maksimum harian yang dipakai adalah nilai rata-rata dari kedua stasiun hujan.

Perhitungan debit rancangan pada area penelitian menggunakan metode rasional, metode ini dipilih karena area Jl. Nusa Indah luasnya kurang dari 300 ha. Dalam penggunaannya metode rasional menggunakan pertimbangan nilai koefisien limpasan (C), intensitas hujan (I) dan luas area (A). Pada penelitian ini luas area (A) yang digunakan hanya sebatas per area bangunan rumah tinggal saja, sehingga dalam perhitungan intensitas hujan (I) menggunakan pertimbangan waktu hujan dominan (t_d). Koefisien limpasan permukaan (C) pada perhitungan sumur resapan menggunakan koefisien limpasan atap karena diharapkan sumur resapan mampu menggantikan lahan resapan alami yang telah hilang.

Dari hasil perhitungan sumur resapan menggunakan metode SNI dan Sunjoto, kedua metode ini menghasilkan jumlah dan dimensi sumur resapan yang tidak jauh berbeda. Karena dalam perhitungannya kedua metode ini sama-sama menggunakan pendekatan debit limpasan (Q). Tetapi meskipun menggunakan pendekatan yang sama, hasil akhir tetap menunjukkan metode SNI lebih efisien dari segi jumlah dan dimensi.

Kemudian berdasarkan hasil perhitungan pengurangan debit limpasan, dengan harapan air limpasan pada permukaan atap langsung masuk ke dalam sumur resapan maka dengan adanya sumur resapan mampu mengurangi debit limpasan

yang cukup besar. Karena jika dilihat dari area bangunan rumah tinggal yang dijadikan sampel, masing-masing bangunan rumah tinggal memiliki luas atap yang lebih besar daripada luas halamannya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis perancangan dimensi sumur resapan dan analisis perbandingan debit limpasan yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil perbandingan jumlah sumur resapan pada Tabel 5.17, dapat disimpulkan bahwa metode SNI lebih efisien dari segi jumlah dan dimensi. Sehingga bisa ditentukan bahwa perancangan desain sumur resapan air hujan untuk bangunan rumah tinggal di Jalan Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta dipilih menggunakan metode SNI. Dari hasil analisis perhitungan jumlah dan dimensi sumur resapan menggunakan metode SNI, diperoleh jumlah dan dimensi sumur resapan pada lokasi pengujian ke-2 sebanyak 4 buah sumur resapan dengan diameter 1 m dan kedalaman 3 m. Selebihnya lokasi lainnya diperoleh jumlah sumur resapan dan dimensi yang sama, yaitu sebanyak 1 buah sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 2 m. Bentuk sumur resapan adalah lingkaran dengan dinding kedap air.
2. Setelah terdapat sumur resapan terjadi pengurangan debit limpasan permukaan. Besar pengurangan debit limpasan permukaan terbesar terdapat pada lokasi ke-2 dengan pengurangan debit limpasan sebesar $0,002509 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau memiliki efektifitas sebesar 97,738%, sedangkan pengurangan debit limpasan permukaan terkecil terdapat pada lokasi ke-10 dengan pengurangan debit limpasan sebesar $0,000259 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau memiliki efektifitas sebesar 74,7274%.

6.2 Saran

Dari penelitian dan analisis perancangan desain sumur resapan yang telah dilakukan penulis menyarankan beberapa hal terkait perancangan ini, antara lain.

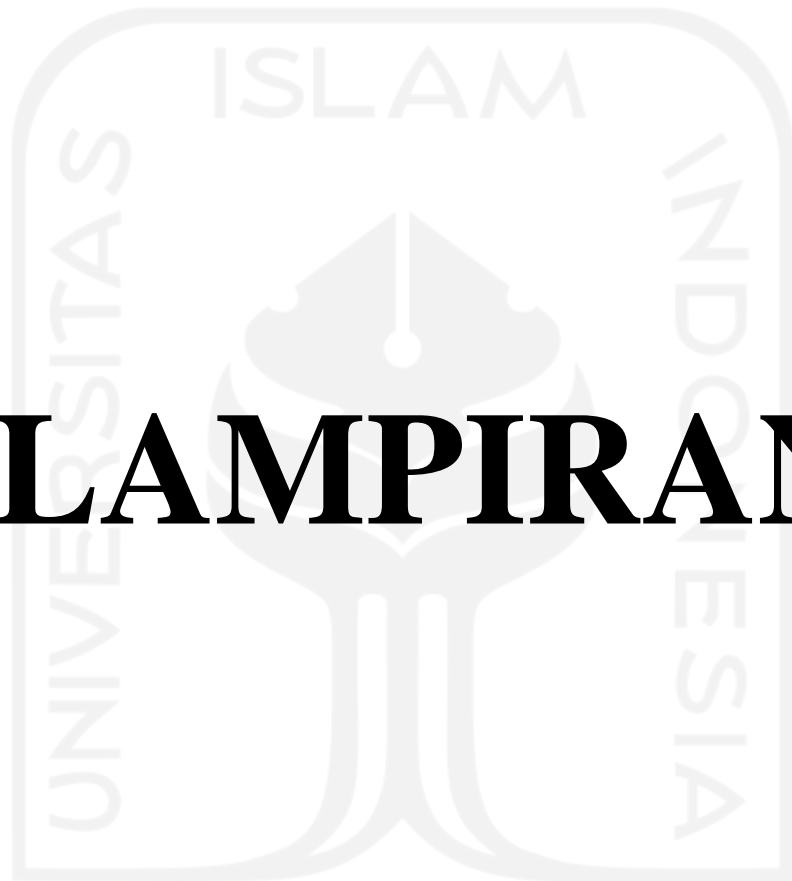
1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait data curah hujan agar dicoba menggunakan data curah hujan dengan kala ulang lebih dari 10 tahun.
2. Perlu dilakukan penelitian dan perancangan lebih lanjut terkait bentuk sumur resapan yang berbeda.
3. Untuk penelitian selanjutnya terkait metode pengambilan data permeabilitas tanah agar dapat dicoba dengan metode lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Triatmojo, B. 2013. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Sunjoto. 2011. *Teknik Drainase Pro-Air*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Semarang.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Purnama, S. 2010. *Hidrologi Air Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Azka, F.S. 2019. Perancangan Sumur Resapan Pada Bangunan Hunian Rumah Tinggal (Studi Kasus Jl. Kaliurang Km 12-13, Sleman, D.I.Yogyakarta). *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Prasojo, R.A. dan Astuti S.A.Y. 2015. Perbandingan Perancangan Sumur Resapan Air Hujan Menggunakan Metode Sunjoto dan SNI 03-2453-2002 pada Bangunan Komersial di Jalan Kaliurang Km 12 Sleman. *Jurnal Teknisia*. Vol.XX No.2:142-153. Yogyakarta.
- Adijaya, S. , Sobriyah., dan Qomariyah, S. 2016. Analisis Resapan Limpasan Permukaan Dengan Pembuatan Sumur Resapan Di Fakultas Teknik UNS. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. Surakarta.
- Wijaya, T.P. 2019. Perbandingan Dimensi Saluran Drainase Dengan Atau Tanpa Sumur Resapan Pada Kawasan Universitas Islam Indonesia. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Pattiruhu, W., Sakliressy, A., dan Tiwery, C. 2019. Analisis Sumur Resapan Guna Mengurangi Aliran Permukaan Untuk Upaya Pencegahan Banjir (Studi Kasus Pemukiman Pulogangsa Kota Ambon). *Jurnal Manumata*. Vol 5, No.1. Maluku.
- Annaji, F.F. 2021. Analisis Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Daerah Aliran Sungai Opak. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

LAMPIRAN



الجامعة الإسلامية
الابستد الاندو

Lampiran 1. Dokumentasi Pengujian Infiltrasi Tanah



Gambar L-1.1 Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Pemasangan Alat Uji Ring Infiltrometer)



Gambar L-1.2 Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Menuangkan Air Ke Dalam Ring)



Gambar L-1.3 Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Mengamati Penurunan Infiltrasi Tanah)



Gambar L-1.4 Proses Pengujian Infiltrasi Tanah (Mencatat Hasil Infiltrasi Tanah)

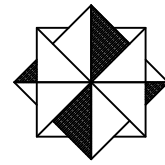
Lampiran 3. Rekapitulasi Curah Hujan

Curah Hujan Kala Ulang 10 Tahun Stasiun Santan

Curah Hujan	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	39,5	10,8	67	77	65,6	46,2	84,7	60,1	18,6	25,3
Feb	53,7	0	52,3	55	46,1	91	86,2	44,4	20,1	26
Mar	37,9	35,6	46,2	46	53,3	46,6	40,5	69,9	40,1	108,4
Apr	75,6	34,9	90,6	93	84,2	43,1	24	27,7	26,2	54,1
Mei	28,5	26,7	40,9	7,7	77,9	16,9	36,3	33,2	46,5	41
Jun	0	3,3	51	5,4	35,7	89,3	44,4	5,4	0	1,5
Jul	0,4	0	28	10,4	0	41,4	2,1	0	0,4	1,5
Ags	0	0	1,1	2,6	0	43,1	0	0,2	0,4	12,6
Sep	0,3	0	1,7	0	0	66,2	40,3	29,7	0	17,7
Okt	2,7	21,2	13,9	0	0	55,9	14,5	0	0	34,9
Nov	48,9	48	29,9	77	38,6	61,4	253	41,1	21,7	45
Des	24,2	38,7	39,9	57	59,9	82,4	56,1	19,4	41,6	54,8
Max	75,6	48	90,6	93	84,2	91	253	69,9	46,5	108,4

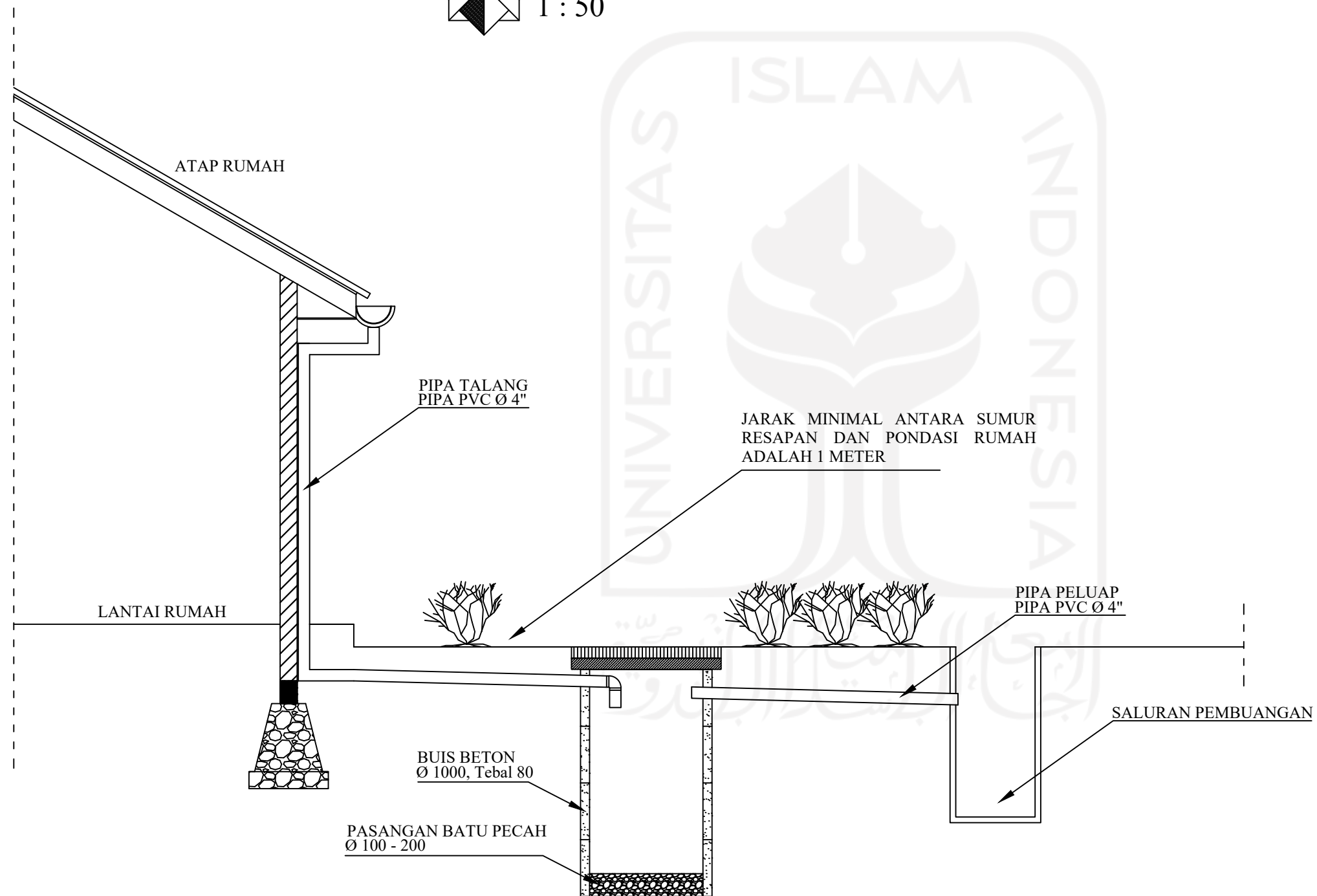
Curah Hujan Kala Ulang 10 Tahun Stasiun Gemawang

Curah Hujan	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	12	131	58	84,3	48,3	50,1	84,2	52,4	32,7	44,1
Feb	21	26,2	41,5	71,3	59,7	93,1	58,5	85,3	43,6	51,4
Mar	25	44,8	52,3	40,3	63	110	89,5	61	98,6	74,1
Apr	38	14,4	20,8	45,3	63,7	44,9	46,6	11,3	51	66,7
Mei	28	19,9	16,1	20,7	59,1	45,1	43,1	30,9	14,1	61,9
Jun	0	11,9	39,1	6,2	9	62,8	11,7	47,5	3,6	2,9
Jul	0	1,1	20,2	25	1,8	14,4	13,9	0	0	1,4
Ags	0	1,5	1,9	0,4	0	20,1	0,4	1,4	2,2	20,7
Sep	0	0	11,1	0	0	35,7	51,8	9,8	0	32,2
Okt	13,6	16,7	40,4	0	0	67,6	38,3	0,5	0,3	43
Nov	51,4	39,2	69,1	64,4	76	149,8	200,9	93	11	63
Des	32,9	68,5	106,7	46,3	124,8	84,2	67,2	108	60,6	115,4
Max	51,4	131,2	106,7	84,3	124,8	149,8	200,9	108	98,6	115,4



ILUSTRASI DETAIL TAMPAK SAMPING SUMUR RESAPAN

1 : 50



NAMA GAMBAR :

ILUSTRASI DETAIL TAMPAK SAMPING SUMUR RESAPAN

SKALA GAMBAR :

1 : 50

NO. GAMBAR :

01

JML. GAMBAR :

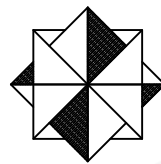
03

DOSEN PEMBIMBING :

**Dinia Anggraheni,
S.T., M.Eng.**

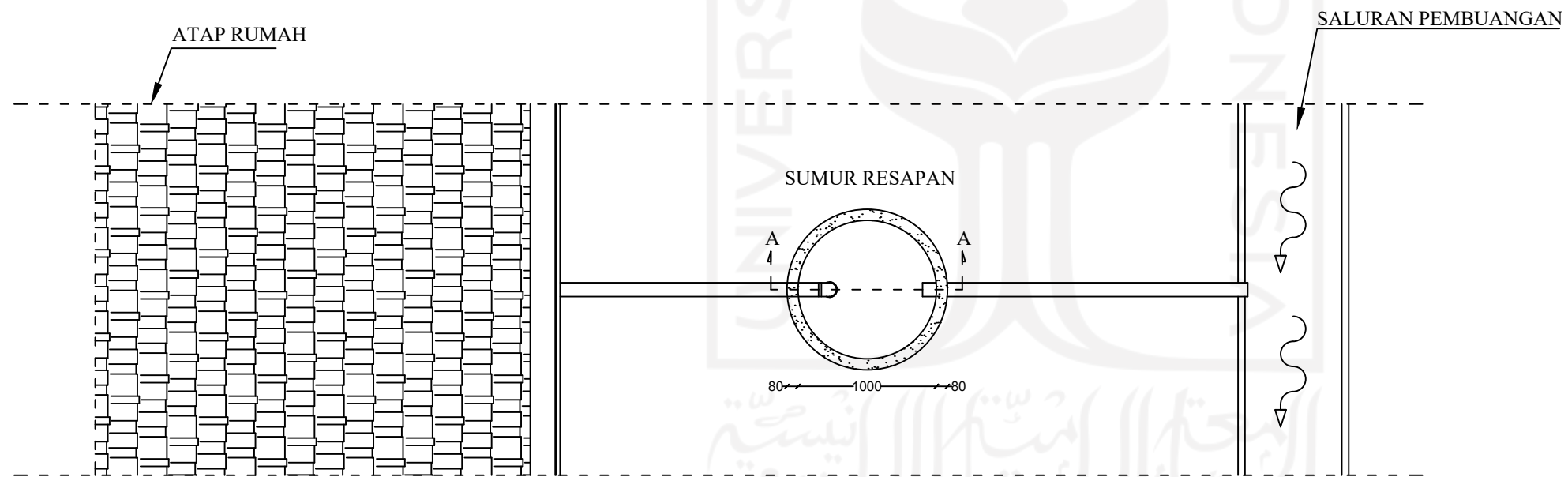
MAHASISWA :

**Panji Purbo Bawono
14511277**



DETAIL TAMPAK ATAS SUMUR RESAPAN

1 : 50



NAMA GAMBAR :

DETAIL
TAMPAK
ATAS
SUMUR
RESAPAN

SKALA GAMBAR :

1 : 50

NO. GAMBAR :

02

JML. GAMBAR :

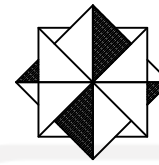
03

DOSEN PEMBIMBING :

Dinia Anggraheni,
S.T., M.Eng.

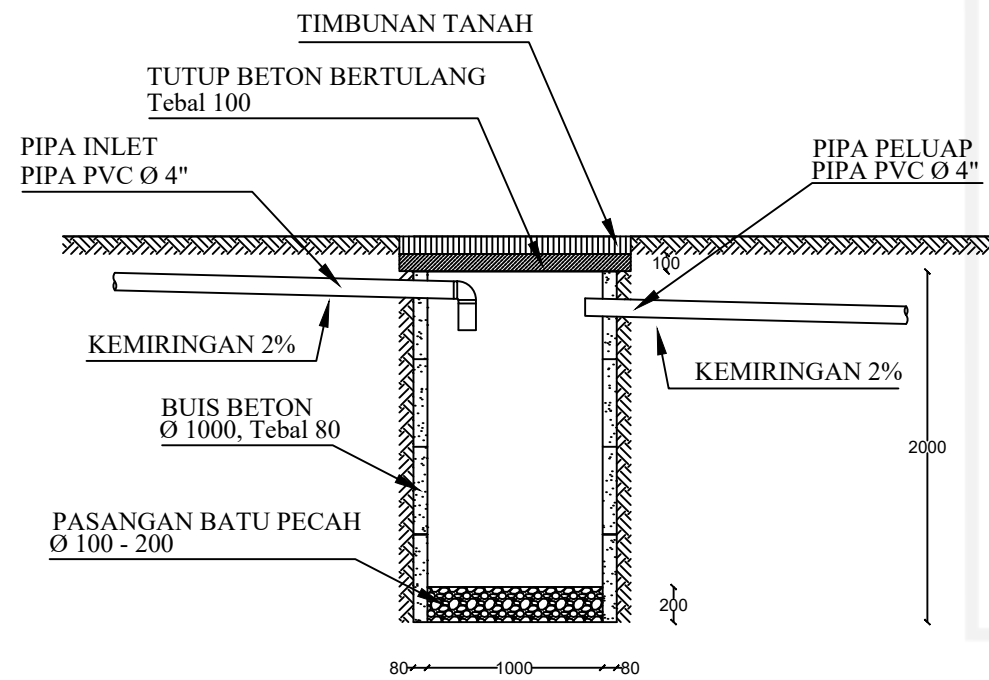
MAHASISWA :

Panji Purbo Bawono
14511277

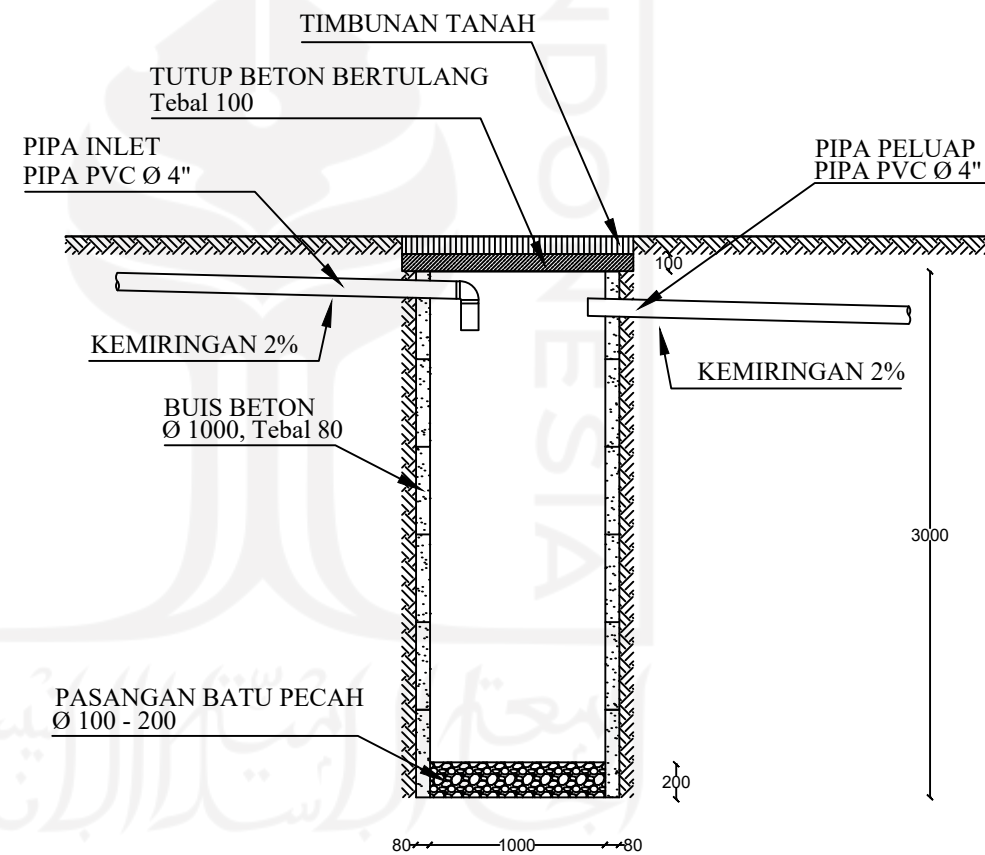


DETAIL POTONGAN A-A SUMUR RESAPAN

1 : 50



POTONGAN A-A SUMUR RESAPAN
DENGAN KEDALAMAN 2 METER



POTONGAN A-A SUMUR RESAPAN
DENGAN KEDALAMAN 3 METER

NAMA GAMBAR :

DETAIL POTONGAN A-A SUMUR RESAPAN

SKALA GAMBAR :

1 : 50

NO. GAMBAR :

03

JML. GAMBAR :

03

DOSEN PEMBIMBING :

Dinia Anggraheni,
S.T., M.Eng.

MAHASISWA :

Panji Purbo Bawono
14511277