



**EVALUASI DRAINASE BERWAWASAN KONSERVASI
DI KELURAHAN KEBONADEM KECAMATAN
BRANGSONG KABUPATEN KENDAL**

Tugas Akhir

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana

Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

Hadis Firmando

5111417001

**TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2021**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Hadis Firmando

NIM : 5111417001

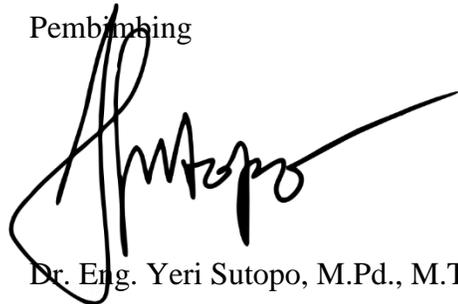
Program Studi : Teknik Sipil, S1

Judul : Evaluasi Drainase Berwawasan Konservasi Di Desa Kebonadem
Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi/TA untuk Program Studi Teknik Sipil, S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Oktober 2021

Pembimbing



Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T.

NIP. 196307301987021001

PENGESAHAN KELULUSAN

Skripsi/TA dengan judul “Evaluasi Drainase Berwawasan Konservasi Di Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal ” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi/TA Fakultas Teknik UNNES pada tanggal November 2021.

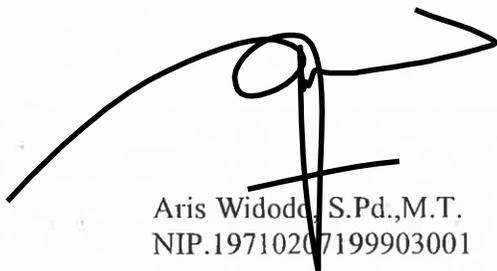
Oleh :

Nama : Hadis Firmando
NIM : 5111417001
Program Studi : Teknik Sipil, S1

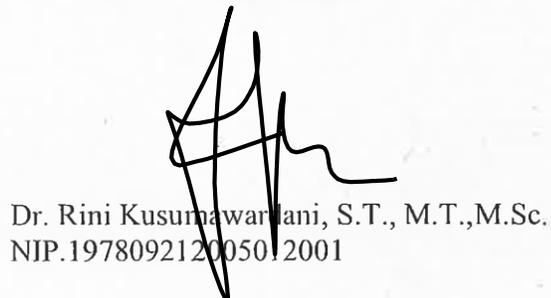
Panitia Pengujian Skripsi :

Ketua

Sekretaris



Aris Widodo, S.Pd., M.T.
NIP.19710207199903001



Dr. Rini Kusumawati, S.T., M.T., M.Sc.
NIP.197809212005012001

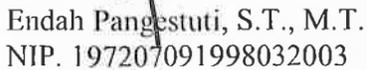
Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Pembimbing



Karuniadi Satrijo Utomo, S.T., M.T.
NIP. 197103141999031001



Endah Pangestuti, S.T., M.T.
NIP. 197207091998032003



Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T.
NIP. 196307301987021001

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP.196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain,
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing dan masukan Tm Penguji,
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar pustaka,
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa cabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Semarang, Oktober 2021

Penulis



Hadis Firmando
5111417001

MOTTO

"Kerjakanlah urusan duniamu seakan-akan kamu hidup selamanya. Dan laksanakanlah urusan akhiratmu seakan-akan kamu akan mati besok."

-HR. Ibnu Asakir-

"In my life so far, I have discovered that there are really only two kinds of people: those who are for you, and those who are against you. Learn to recognize them, for they are often and easily mistaken for each other."

-Lemmy Kilmister-
(Motorhead)

EVALUASI DRAINASE BERWAWASAN KONSERVASI DI KELURAHAN KEBONADEM KECAMATAN BRANGSONG KABUPATEN KENDAL

Hadis Firmando¹⁾, Yeri Sutopo²⁾

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, ²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

ABSTRAK

Drainase adalah pembuangan massa air secara alami atau buatan. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Proses pembuangan air tersebut yang kurang baik akan menyebabkan genangan pada daerah yang di lewati oleh drainase. Genangan yang menumpuk disebut banjir, banjir merupakan fenomena alam, yang terjadi karena dipicu oleh proses alamiah dan aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam mengeksploitasi alam. Tujuan penelitian ini adalah (1) menganalisis curah hujan rancangan 5 dan 10 tahun (2) menganalisis debit rancangan dengan kala ulang 5 dan 10 tahun (3) menganalisis kondisi eksisting sistem drainase dan (4) menganalisis kebutuhan sumur resapan terhadap drainase dengan kala ulang 5 dan 10 tahun. Metode Penelitian yang digunakan adalah survey. Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder, data primer yaitu data dimensi drainase dan permeabilitas tanah, untuk data sekunder yaitu data curah hujan dan peta DAS Waridin yang diperoleh dari instansi terkait. Studi kasus ini dilakukan di Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal. Luas wilayah Desa Kebonadem 3,93 km². Langkah-langkah penelitian ini adalah (1) survey lokasi penelitian (2) pengumpulan data curah hujan, peta DAS Waridin dan peta *Polygon Thiessen*, mengukur dimensi drainase dan pengambilan sampel dan uji permeabilitas tanah dan (3) pengolahan data. Analisis data yang digunakan adalah (1) analisis hidrologi (2) analisis hidrolika dan (3) analisis sumur resapan, Hasil analisis dari penelitian ini adalah besarnya curah hujan rancangan 5 dan 10 tahun 62,51 mm dan 76,50 mm, kemudian untuk masing-masing wilayah I, II, III, dan IV di lokasi studi memiliki debit hidrologi Q_5 adalah 3,02 m³/s, 4,58 m³/s, 6,04 m³/s dan 2,28 m³/s, kemudian untuk debit air kotor masing-masing wilayah adalah 0,00002715 m³/s, 0,00000458 m³/s, 0,00000895 m³/s dan 0,00003605 m³/s, sedangkan debit hidrolika masing-masing wilayah adalah 2,51 m³/s, 2,07 m³/s, 4,08 m³/s dan 1,63 m³/s, sehingga semua drainase pada wilayah tersebut tidak mampu menampung Q_5 maka dibuatkan sumur resapan untuk masing-masing wilayah dengan diameter 0,75 m dan kedalaman 2 m dengan permeabilitas tanah (K) 0,043648 m³/jam, didapatkan hasil debit sumur resapan (Q_0) sebesar 0,360093 m³/jam dan jumlah masing-masing wilayah adalah 1 buah, 3 buah, 2 buah dan 1 buah.

Kata Kunci : Drainase, Banjir, Sumur Resapan

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan penulis ucapkan kepada Tuhan atas segala nikmat dan kasih karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Evaluasi Drainase Berwawasan Konservasi Di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal”** merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi jenjang strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan do'a, baik secara langsung maupun tidak langsung atas terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini, kepada yang terhormat:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang;
2. Aris Widodo, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang;
3. Dr. Rini Kusumawardani, S.T., M.T., M.Sc. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang;
4. Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T., dosen pembimbing, terimakasih berlimpah penulis aturkan atas semua waktu, bimbingan, saran serta nasihat yang diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Semua dosen dan karyawan di jurusan Teknik Sipil, terimakasih atas ilmu yang diajarkan kepada penulis serta bantuannya;

6. Kedua orang tua, seandainya ada kata yang lebih tinggi dari terimakasih di dalam KBBI, kata itu yang akan penulis gunakan untuk semua yang telah penulis terima selama hidup;
7. Jody Saeful Bakrie, S.E., Ati Hartati dan Ru'yat Idris, terimakasih atas motivasi yang tiada henti dalam penyelesaian tugas akhir ini;
8. Sahabat seperjuangan di Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang, terimakasih atas kasih sayang pertemanan yang kalian berikan, terimakasih, terimakasih.

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah berusaha maksimal, walaupun demikian, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis akan selalu menerima segala bentuk hal baik untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Semarang, Oktober 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN KELULUSAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR ISI TABEL	xii
DAFTAR ISI GAMBAR	xiv
DAFTAR ISI LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Rumusan Masalah	7
1.5 Tujuan	8
1.6 Manfaat	8
1.6.1 Manfaat Teoritik	8
1.6.2 Manfaat Praktik	9
1.7 Sistematika Penulisan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Kajian Pustaka	11
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Sistem Drainase	14
2.2.2 Jenis Drainase	15
2.2.3 Permasalahan Sistem Drainase	16
2.2.4 Penanganan Sistem Drainase	18

2.2.5 Analisa Hidrologi	18
2.2.6 Presipitasi	20
2.2.7 Infiltrasi dan Perkolasi	20
2.2.8 Curah Hujan	22
2.2.9 Curah Hujan Rata-rata Wilayah	24
2.2.10 Analisis Frekuensi	28
2.2.11 Air Limbah Rumah Tangga	35
2.2.12 Debit Air Kotor	36
2.2.13 Proyeksi Penduduk	37
2.2.14 Debit Hidrologi	39
2.2.15 Koefisien Pengaliran (C)	41
2.2.16 Waktu Konsentrasi Hujan (tc)	44
2.2.17 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Hidrologi	44
2.2.18 Debit Banjir Rencana (Rencana Sistem)	46
2.2.19 Analisis Sumur Resapan	46
2.2.20 Kapasitas Saluran Terbuka	49
2.2.21 Bentuk Saluran Paling Ekonomis	53
2.2.22 Hipotesis	54
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	55
3.1 Metode Penelitian	55
3.2 Lokasi dan Waktu	55
3.2.1 Lokasi Penelitian	55
3.2.2 Waktu Penelitian	56
3.3 Pengumpulan Data	56
3.4 Alat dan Bahan	57
3.7 Langkah-langkah Penelitian	58
3.8 Analisis Data	60
3.8.1 Analisis Hidrologi	60
3.8.2 Analisa Kapasitas Saluran	66
3.8.3 Analisa Sumur Resapan	66

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	67
4.1 Hasil Penelitian	67
4.1.1 Menganalisis Curah Hujan Rancangan 5 dan 10 Tahun.....	67
4.1.2 Menganalisis Debit Rancangan Kala Ulang 5 dan 10 Tahun.....	82
4.1.2 Menganalisis Kondisi Eksisting Sistem Drainase	93
4.1.4 Menganalisis Kebutuhan Sumur Resapan Dari Debit Hidrologi Kala Ulang 5 dan 10 Tahun	104
4.2 Pembahasan	110
BAB V PENUTUP.....	121
5.1 Simpulan.....	121
5.2 Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	126

DAFTAR ISI TABEL

Tabel 1. 1 Kejadian Banjir di Desa Kebonadem	4
Tabel 1. 2 Sitematika Penulisan	9
Tabel 2. 1 Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan	23
Tabel 2. 2 Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan	23
Tabel 2. 3 Ukuran, Massa dan Kecepatan Jatuh Butir Hujan	24
Tabel 2. 4 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Normal	29
Tabel 2. 5 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Log Normal	30
Tabel 2. 6 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Gumbel	31
Tabel 2. 7 Reduced Mean (Y_n)	32
Tabel 2. 8 Reduced Standard Deviasi (S_n)	32
Tabel 2. 9 Faktor K Untuk Sebaran <i>Log Pearson Type III</i>	34
Tabel 2. 10 Penggunaan Air Di Kota dan Jumlah Yang Dipakai Di USA	36
Tabel 2. 11 Run Off Coefisien	40
Tabel 2. 12 Nilai Koefisien Aliran Untuk Penggunaan Secara Umum	42
Tabel 2. 13 Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman	43
Tabel 2. 14 Faktor Geometrik Sumur	47
Tabel 2. 15 Harga Koefisien Manning	51
Tabel 2. 16 Koefisien Kekasaran Bazin	51
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	57
Tabel 3. 2 Data Curah Hujan Stasiun Sikopek	61
Tabel 3. 3 Data Curah Hujan Stasiun Tambak boto	62
Tabel 3. 4 Data Curah Hujan Stasiun Kaliwungu	63
Tabel 3. 5 Data Proyeksi Penduduk Desa Kebonadem	65
Tabel 4. 1 Data Klimatologi Bulanan Stasiun Sikopek	69
Tabel 4. 2 Data Proyeksi Penduduk Desa Kebonadem Tahun 2020-2029	70
Tabel 4. 3 Wilayah dan Jaringan Drainase	70
Tabel 4. 4 Deskripsi Gambar Saluran Drainase Wilayah Desa Kebonadem	73
Tabel 4. 6 Perhitungan Uji Kepanggahan Metode RAPS Stasiun Sikopek	76
Tabel 4. 7 Nilai ($Q/n^{(0,5)}$) dan ($R/n^{(0,5)}$)	77
Tabel 4. 8 Hasil Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	78
Tabel 4. 9 Hasil Analisis Frekuensi Metode Log Pearson Type III	79
Tabel 4. 10 Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi	81
Tabel 4. 11 Perhitungan Standart Deviasi Curah Hujan	81
Tabel 4. 12 Curah Hujan Rancangan Periode Ulang T Tahun Dengan Metode Log Pearson Type III	82

Tabel 4. 13 Tabel Nilai Waktu Konsentrasi Hujan (tc)	92
Tabel 4. 14 Nilai Koefisien Aliran (C) Masing-masing Wilayah	92
Tabel 4. 15 Debit Banjir Q5 Masing-masing Wilayah	93
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Debit Air Kotor Masing-masing Wilayah	95
Tabel 4. 17 Perbandingan Debit Masing-masing Wilayah	104
Tabel 4. 18 Kebutuhan Sumur Resapan	105
Tabel 4. 19 Uji Permeabilitas Tanah (<i>Falling Head Permeamete</i>)	105
Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Sumur Resapan	110
Tabel 4.21 Rekapitulasi Dimensi Saluran Persegi Ekonomis	118
Tabel 4. 22 Tabel Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Percobaan Sumur Resapan	120

DAFTAR ISI GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta Lokasi Desa Kebonadem	3
Gambar 2. 1	Siklus hidrologi	18
Gambar 2. 2	Polygon Thiessen.....	27
Gambar 2. 3	Isohyet.....	28
Gambar 2. 4	Konstruksi Sumur Resapan.....	48
Gambar 2. 5	Saluran Terbuka Penampang Persegi	49
Gambar 2. 6	Saluran Terbuka Penampang Trapesium	50
Gambar 3. 1	Peta Lokasi	56
Gambar 3. 2	Diagram Alir	59
Gambar 3. 3	Peta Polygon Thiessen DAS Waridin Kabupaten Kendal	64
Gambar 4. 1	Peta Lokasi Penelitian	68
Gambar 4. 2	Peta Saluran Drainase Desa Kebonadem	71
Gambar 4. 3	Peta Studi Jaringan Drainase Desa Kebonadem	72
Gambar 4. 4	Peta Polygon Thiessen Desa DAS Waridin	74
Gambar 4. 5	Peta Tata Guna Lahan Desa Kebonadem	83
Gambar 4. 6	Saluran Drainase Wilayah I	97
Gambar 4. 7	Saluran Drainase Wilayah II.....	99
Gambar 4. 8	Saluran Drainase Wilayah III	101
Gambar 4. 9	Saluran Drainase Wilayah IV.....	103
Gambar 4. 10	Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah I	113
Gambar 4. 11	Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah II	115
Gambar 4. 12	Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah III.....	116
Gambar 4. 13	Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah IV	118

DAFTAR ISI LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta DAS Glagah Waridin.....	127
Lampiran 2 Peta Administrasi Kabupaten Kendal	128
Lampiran 3 Peta Citra Desa Kebonadem	129
Lampiran 4 Peta Tata Guna Lahan Desa Kebonadem	130

DAFTAR SIMBOL

R	= Curah hujan daerah
\bar{R}	= curah hujan daerah
A_1, A_2, \dots, A_n	= bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan
X_t	= Curah hujan rencana (mm/hari)
\bar{x}	= Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)
S_x	= Standar deviasi
K_t	= Faktor frekuensi
Y_t	= <i>Reduced variable</i> , parameter Gumbel untuk periode T tahun
Y_n	= <i>Reduced mean</i> , merupakan fungsi dari banyaknya data (n)
S_n	= <i>Reduced</i> standar deviasi, Merupakan fungsi dari banyak data (n)
X_i	= Curah hujan maksimum (mm)
$\text{Log } \bar{X}$	= Harga rata-rata logaritmik
X_i	= Nilai curah hujan tiap hari
n	= Jumlah data
C_s	= Koefisien <i>Skewness</i>
k	= Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s
Q_k	= Debit air kotor rata-rata (lt/s/ Km^2)
P_n	= Jumlah penduduk
q	= Debit air buangan (lt/s/org)
A	= Luas total wilayah (Km^2)

A_i	= Luas tiap daerah pengaliran (Km^2)
P_t	= jumlah penduduk pada tahun t
P_0	= jumlah penduduk pada tahun dasar
r	= laju pertumbuhan penduduk
t	= periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)
e	= bilangan pokok dari sistem logaritma natural (ln) yang besarnya adalah 2,7182818
Q	= Debit puncak limpasan permukaan (m^3/s)
C	= Angka pengaliran (tanpa dimensi)
A	= Luas daerah pengaliran (Km^2)
I	= Intensitas curah hujan (mm)
Q_n	= Debit banjir puncak pada periode ulang n tahun dengan kemungkinan tidak terpenuhi n % (m^3/s)
q'	= α, β, q' debit setiap Km^2 pada curah hujan harian 240 mm (m^3s/Km^2)
M_p	= Koefisien untuk suatu periode tertentu
F	= Luas daerah pengaliran Km^2
L	= Panjang sungai (km)
I	= Kemiringan sungai atau median
R_{70}	= Curah hujan pada periode ulang 70 tahun
Q_s	= Debit saluran (m^3/s)

Qr	= Debit rencana/debit air hujan dan debit air kotor (m^3/s)
H	= Tinggi muka air dalam sumur (m)
F	= Faktor geometrik (m)
Q	= Debit air masuk ($m^3/$)
T	= Waktu pengaliran (s)
K	= Koefisien permeabilitas tanah (m/s)
R	= Jari-jari sumur (m)
D	= Durasi hujan (jam)
I	= Intensitas huajn (m/jam)
At	= Luas tadah hujan (m^2)
K	= Permeabilitas tanah (m/jam)
P	= Keliling penampang sumur (m^2)
As	= Luas penampang sumur (m^2)
b	= Lebar dasar saluran
h	= Ketinggian saluran
V	= Kecepatan aliran
S	= kemiringan dasar saluran
R	= Jari-jari hidrolis
n	= Kekasaran manning
P	= keliling basah saluran

BAB I

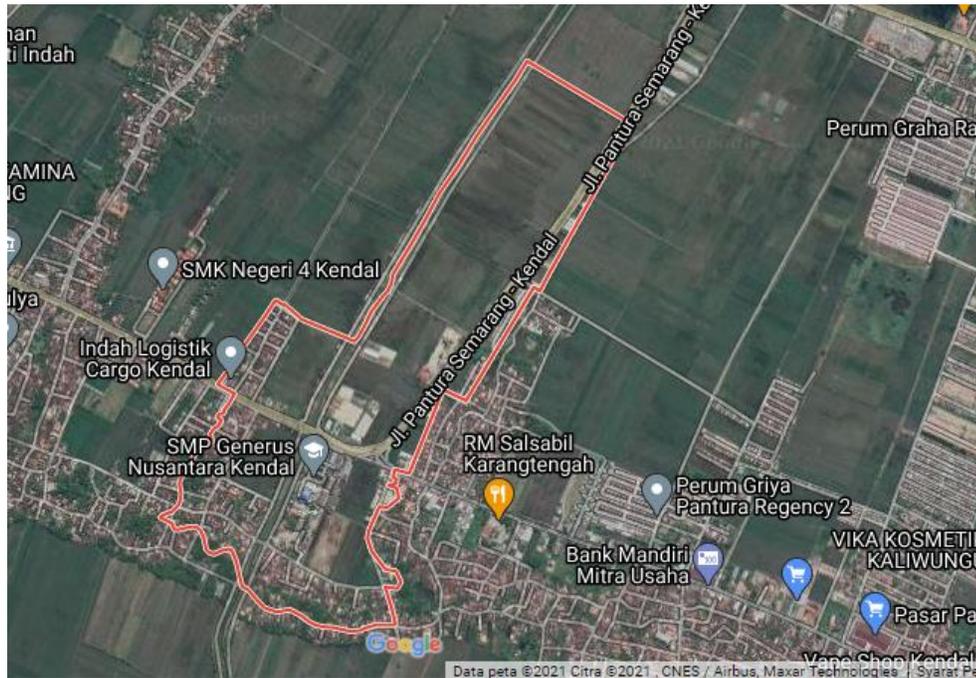
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase adalah pembuangan massa air secara alami atau buatan. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan. Jika penanganan drainase kurang baik, maka akan mengakibatkan tergenangnya daerah sekitar saluran drainase.

Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase suatu daerah. Sebagai contoh adalah perkembangan kawasan hunian yang disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya. Hal ini disebabkan karena perkembangan kependudukan di Indonesia yang menyebabkan perubahan data tata guna lahan. Oleh karena itu perkembangan suatu daerah harus diikuti dengan peningkatan dan perbaikan sistem drainase.

Kebonadem adalah salah satu desa yang ada di wilayah kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah. Luas wilayah Desa Kebonadem 3,93 km², secara administratif letak geografis Desa Kebonadem dibatasi oleh 2 Desa/Kelurahan pada sisi-sisinya. Di sisi barat, wilayah desa Kebonadem berbatasan dengan wilayah administrasi Desa Brangsong Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal, disisi selatan berbatasan dengan wilayah Desa Kumpulrejo Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal, disisi timur wilayah Desa Kebonadem berbatasan dengan wilayah desa Kumpulrejo Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal dan disisi utara desa kebonadem berbatasan langsung dengan desa brangsong kecamatan brangsong kabupaten kendal. Kondisi geografis Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal ini mempunyai ketinggian tanah dari permukaan laut kurang lebih 10 meter. Letak topografi desa kebonadem kecamatan brangsong kabupaten kendal tersebut merupakan dataran rendah. Kondisi drainase di Desa Kebonadem belum tersistem secara baik, di karenakan dimensi drainase per segmen (dalam hal ini rumah/bangunan) berbeda-beda dan terkesan dibuat dengan sembarangan. Sehingga diperlukan studi agar nantinya drainase di wilayah Kelurahan Kebonadem dapat bekerja dengan lebih baik lagi agar tidak terjadi genangan pada wilayah-wilayah yang dilintasi drainase, jika hal tersebut tidak ditangani dengan baik, maka bencana banjir akan terus datang terutama pada musim penghujan dan dari data yang didapat wilayah kebonadem termasuk dalam wilayah yang memiliki curah hujan cukup tinggi, maka dari itu perlu pembenahan pada sistem drainase yang ada di Desa Kebonadem.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Desa Kebonadem

Sumber : Google Maps

Bencana banjir merupakan fenomena alam, yang terjadi karena dipicu oleh proses alamiah dan aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam mengeksploitasi alam. Proses alamiah sangat tergantung pada kondisi curah hujan, tata air tanah (geohidrologi), struktur geologi, jenis batuan, geomorfologi, dan topografi lahan. Secangkan aktivitas manusia terkait dengan perilaku dalam mengeksploitasi alam untuk kesejahteraan manusia, sehingga akan cenderung merusak lingkungan, apabila dilakukan dengan intensitas tinggi dan kurang terkendali. Bencana banjir dapat terjadi setiap saat dan sering mengakibatkan kerugian jiwa dan harta benda. Kejadian banjir tidak dapat dicegah, namun hanya dapat dikendalikan dan dikurangi dampak kerugian yang diakibatkannya. Berhubung datangnya relatif cepat, untuk mengurangi kerugian

akibat bencana tersebut perlu dipersiapkan penanganan secara cepat dan tepat (Dibiyosaputro dan Widiyanto, 1994).

Desa Kebonadem pernah mengalami kejadian banjir. Berdasarkan hasil observasi, dan dokumentasi dari berbagai media pemberitaan sosial dan lembaga instansi pemerintah, diperoleh data kejadian banjir. Uraian mengenai kejadian bencana banjir masa lalu adalah sebagai berikut :

Desa Kebonadem pernah mengalami banjir yang diakibatkan oleh meluapnya sungai waridin adalah sebagai berikut :

Tabel 1.1 Kejadian Banjir di Desa Kebonadem

NO.	Kejadian Banjir	Keterangan	Sumber
1.	Senin, 18 Juni 2016	air bah, karena curah hujan yang tinggi yang mengakibatkan meluapnya sungai blorong, kedalaman banjir 30 - 40 cm	https://www.solopos.com/banjir-kendal-rendaman-air-bah-berlanjut-di-3-desa-730877
2.	Jum'at, 09 Februari 2018		https://bpbd.kendalkab.go.id/index.php?peta_bencana/page/2018/6/http://kebonadem.desa.id/kabardetail/4257/ratusan-rumah-dan-45-ha-sawah-di-desa-kebonadem-terendam-banjir.html
3.	Kamis, 20 Februari 2020	curah hujan yang tinggi, kedalaman banjir 40 - 50 cm	https://ayosemarang.com/read/2020/04/02/54682/hujan-seharian-dua-desa-di-kendal-terendam-banjir
4.	Kamis, 02 April 2020	Curah hujan tinggi, Luapan sungai Waridin akibat pintu pengairan rusak, ketinggian banjir 50 cm	https://ayosemarang.com/read/2020/04/02/54682/hujan-seharian-dua-desa-di-kendal-terendam-banjir

Sambungan Tabel 1.1 Kejadian Banjir di Desa Kebonadem

5.	Minggu, 31 Mei 2020	Luapan sungai waridin, karena sungai dangkal dan pintu pengairan rusak, ketinggian banjir 40 cm	https://ayosemarang.com/read/2020/05/31/57887/sungai-waridin-meluap-puluhan-rumah-warga-kendal-terendam-banjir
6.	Sabtu, 06 Februari 2021	Luapan sungai waridin, ketinggian banjir 50 cm	https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-5364075/bpbd-ribuan-rumah-di-72-desa-kendal-terendam-banjir

Sumber : Hasil Analisis

Penanggulangan banjir dibutuhkan jaringan drainase yang memadai, direncanakan secara detail dan menyeluruh, sesuai dengan konsep konservasi air. Konsep dalam pengembangan konservasi air antara lain pembuatan sumur resapan, pembuatan kolam retensi dan rehabilitasi saluran, serta diperlukan partisipasi masyarakat untuk mencegah terjadinya banjir. Untuk merencanakan pembangunan pengembangan konservasi air diperlukan analisis hidrologi untuk menentukan besarnya debit banjir rencana. Kemudian diperlukan data curah hujan pada daerah yang bersangkutan untuk rancangan pemanfaatan air dan bangunan air.

Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi dan penataan kembali pada sistem drainase di Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal agar mendapatkan solusi untuk penanganan Banjir.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

- a. Kapasitas saluran dan gorong-gorong yang sudah tidak memadai. Kondisi ini dapat disebabkan oleh desain yang tidak memadai atau karena volume limpasan permukaan yang sudah jauh meningkat disbanding ketika saluran drainase didesain/dibangun,
- b. Pertumbuhan kawasan kota yang cepat, alih fungsi lahan, pembangunan kawasan pemukiman baru, berkurangnya kawasan retensi dan resapan, dan tidak/kurangnya upaya pengendalian limpasan ditingkat local, memberikan andil signifikan terhadap penambahan volume limpasan,
- c. Integrasi dan konsistensi sistem jaringan drainase yang belum memadai. Dalam hal ini terkait belum terciptanya satuan sistem drainase yang saling terkait, saling mendukung dan terintegrasi, mulai dari tersier, sekunder hingga primer. Sistem drainase eksisting, masih bersifat spot-spot (setempat) baik dilihat dari aspek sistem jaringan maupun dimensinya,
- d. Adanya saluran-saluran yang fungsinya saling tumpang tindih sebagai saluran irigasi dan juga dimanfaatkan sebagai saluran drainase,
- e. Sangat terbatasnya upaya pembangunan, operasi dan pemeliharaan. Pembangunan saluran/sistem drainase baru cenderung lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan fasilitas dan penduduk. Pemeliharaan pada saluran drainase yang ada, tidak bisa mengimbangi penurunan fungsi dan laju kerusakan jaringan drainase yang ada,
- f. Kondisi daerah yang relative datar dan berada diposisi cekungan/lebih rendah dari badan jalan atau sungai,

- g. Rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat terkait dengan optimalisasi fungsi saluran/sistem drainase. Terdapat di hampir setiap lokasi prioritas, saluran drainase yang ada tidak dapat berfungsi dengan baik atau bahkan saluran sudah tidak tampak lagi karena sedimentasi dan sampah.

1.3 Batasan Masalah

Dengan luasnya ruang lingkup permasalahan dan pembahasan yang ada, maka dibuat batasan-batasan permasalahan dan pembahasan sebagai berikut:

- a. Mengevaluasi saluran drainase di wilayah Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal,
- b. Menghitung dimensi saluran,
- c. Air yang mengalir dalam saluran drainase berasal dari debit curah hujan kala ulang 5 dan 10 tahun serta pembuangan air kotor di Desa Kebonadem.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 dan 10 tahunan di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal?
- b. Bagaimana debit rancangan dengan kala ulang 5 dan 10 tahunan di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal?

- c. Bagaimana kondisi eksisting saluran drainase jika dengan kala ulang 5 dan 10 tahun di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal?
- d. Bagaimana kebutuhan sumur resapan untuk mengatasi kelebihan air pada drainase dengan kala ulang 5 dan 10 tahun di Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal?

1.5 Tujuan

- a. Menganalisis curah hujan rancangan 5 dan 10 tahunan di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal,
- b. Menganalisis debit rancangan dengan kala ulang 5 dan 10 tahunan di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal,
- c. Menganalisis kondisi eksisting sistem drainase di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal,
- d. Menganalisis kebutuhan sumur resapan terhadap drainase dengan kala ulang 5 dan 10 tahun di Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal.

1.6 Manfaat

Dalam penelitian ini manfaat dibagi menjadi 2 bagian yaitu, manfaat secara teoritik dan manfaat secara praktik.

1.6.1 Manfaat Teoritik

- a. Mendukung konsep perhitungan hujan rencana Log Pearson tipe III,
- b. Mendukung konsep perhitungan debit hidrologi metode rasional,

- c. Mendukung konsep perhitungan sumur resapan yang dikemukakan Sunjoto (2011).

1.6.2 Manfaat Praktik

- a. Didapatkan hasil dari perhitungan curah hujan rancangan 5 dan 10 tahunan di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal,
- b. Didapatkan hasil dari perhitungan debit rancangan kala ulang 5 dan 10 tahun di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal,
- c. Dapat menganalisis kondisi saluran eksisting di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal.
- d. Dapat menganalisis kebutuhan sumur resapan di Kelurahan Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan secara keseluruhan pada penulisan ini terdiri dari 5 bab, yang mana uraian masing-masing bab adalah sebagai berikut:

Tabel 1.2 Sitematika Penulisan

BAB	URAIAN
Bab I Pendahuluan	Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan.
Bab II Tinjauan Pustaka	Bab ini menguraikan secara ringkas hasil studi kajian pustaka beberapa sumber yang masih berkaitan dengan penelitian, serta pengolahan data dari tahap awal hingga diperoleh hasil akhir penelitian.

Sambungan Tabel 1.2 Sitematika Penulisan

Bab III Metodologi Penelitian	Bab ini berisi penjelasan tentang tahapan atau langkah dalam pelaksanaan penelitian serta pengolahan data dari tahap awal hingga diperoleh hasil akhir penelitian.
Bab IV Analisa dan Pembahasan	Bab ini disajikan uraian secara rinci pengolahan data dan analisis perhitungan serta pembasahan yang meliputi analisis debit banjir rancangan, debit kapasitas saluran, debit air kotor dan kebutuhan sumur resapan.
Bab V Penutup	Bab ini disampaikan penutup berupa kesimpulan dan saran hasil penelitian yang telah dilaksanakan guna penyempurnaan penelitian dimasa yang akan datang.

Sumber : Hasil Analisis

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Widhita Satya Herlambang (2015), dalam penelitian dengan judul “Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Di Wilayah Jombang”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan rencana sistem drainase dari hasil perbaikan sistem drainase dan dimensi saluran agar dapat menghilangkan banjir dan genangan di Kota Jombang. Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan dua metode yaitu Metode Gumbel dan Metode Log Pearson Type III dengan Uji Semirnov-Kolmogorov dan Uji Chi Square. Pemilihan curah hujan rancangan menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorov pada kedua metode tersebut dengan melihat Dmax yang paling kecil dari uji konsistensi, diambil metode Log Pearson Type III pada kala ulang 5-100 tahun didapat curah hujan rancangan 84,60 mm – 143,78 mm. Untuk intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe dan menghasilkan Intensitas curah hujan tertinggi pada Perum Denanyar sebesar 89.84 mm/jam. Didapatkan kapasitas saluran yang ada mencukupi debit air sebesar 1.658 m³/detik.

Fajar Priyo Hutomo dan Rheza Firmansyah (2016), dalam penelitian berjudul “Analisa Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kapasitas drainase eksisting saluran primer dan sekunder, dan menentukan kebutuhan sumur resapan dalam membantu mengendalikan

saluran drainase pada (Q_{25}) tahunan di Kota Surakarta. Uji konsistensi data hujan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Perhitungan hujan rancangan menggunakan metode gumbel pada kala ulang 25 tahunan didapat curah hujan rencana sebesar 168,73 mm. Perhitungan perbandingan debit banjir saluran dan debit kapasitas saluran dengan anggapan intensitas curah hujan merata di seluruh DAS dengan durasi tertentu, lamanya curah hujan sama dengan waktu konsentrasi dari DAS, puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama, dan luas DAS $<300 \text{ km}^2$. dari hasil analisa didapat debit banjir Kali Pepe hilir adalah $52,73 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan kapasitas saluran primer Kali Pepe hilir sebesar $189,60 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan sub DAS 1,3, dan 5 yang tidak dapat menampung debit banjir Q_{25} tahun memiliki perbandingan Debit banjir dan Debit kapasitas sebesar sub DAS 1 : $31,29 \text{ m}^3/\text{s} : 15,4 \text{ m}^3/\text{s}$, sub DAS 3 : $28,51 \text{ m}^3/\text{s} : 18,8 \text{ m}^3/\text{s}$, sub DAS 5 : $8,85 \text{ m}^3/\text{s} : 8,06 \text{ m}^3/\text{s}$. Sehingga kebutuhan sumur resapan yaitu pada sub DAS 1, sub DAS 3 dan sub DAS 5 dengan diameter 0,75 m dan kedalaman 3,0 m, debit banjir yang ditampung oleh sumur resapan $Q_0 = 0,0137 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,0094 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,00089 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga jumlah sumur resapan masing-masing sub DAS sebanyak 1193, 1493 dan 1513.

Yudha Febriana (2009), dalam penelitian berjudul “Analisis Sistem Drainase Medokan Terhadap Fluktuasi Debit Kali Wonokromo”. Tujuan penelitian ini adalah menjadikan kawasan Medokan Semampir bebas dari ancaman banjir selama musim penghujan, dengan cara menganalisa penyebab banjir di *catchment* Medokan Semampir. Analisa debit sungan Kali Wonokromo dan saluran Medokan Semampir

dengan menggunakan software Hec Ras (*Hydrologic Engineering Center River Analysis System*). Perhitungan analisa hidrologi untuk mencari besarnya debit banjir menggunakan metode tinggi hujan rencana, Uji Distribusi Data : Metode Pearson Type III, Metode Log Pearson Type III, Metode Log Normal. Dan Uji kecocokan menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi Square. Dari hasil analisa didapat nilai Q saluran di Medokan Semampir sebesar $8,178 \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan nilai Q banjir di Medokan sebesar $19,845 \text{ m}^3/\text{s}$, memiliki selisih nilai sebesar $11,667 \text{ m}^3/\text{s}$.

Muhammad Aria Sadhu (2017), dalam penelitian berjudul “Evaluasi Sistem Drainase Saluran Sekunder Gayung Kebonsari Kota Surabaya”. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kondisi saluran Gayung Kebonsari setelah pembangunan *Box Culvert* dan merumuskan alternatif solusi yang paling efisien untuk penanganan masalah banjir pada daerah Gayung Kebonsari. Analisa saluran sekunder Gayung Kebonsari menggunakan Distribusi Log Pearson Type III didapatkan hasil $D_{max} < D_0$ yaitu : $0,005 < 0,41$. Dengan debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahunan yaitu $Q_5 = 8,757 \text{ m}^3/\text{det}$. Alternatif pemecahan masalah untuk menanggulangi banjir disaluran sekunder Gayung Kebonsari dengan melakukan redesain *Box Culvert*. Kapasitas saluran redesain pada saluran sekunder Gayung Kebonsari adalah $7,167 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan dimensi, lebar saluran (b) 4 m, kedalaman saluran (h) 3,5 m.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Sesuai dengan prinsip drainase sebagai pengaliran air bersih dan air limbah dari daerah pemukiman, industri, pertanian, badan jalan dan permukaan perkerasan lainnya, serta berupa penyaluran kelebihan air pada umumnya, baik berupa air hujan, air limbah maupun air kotor lainnya yang keluar dari kawasan yang bersangkutan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah ke badan air atau ke bangunan resapan buatan.

Adapun fungsi drainase menurut R. J. Kodoatie adalah: 1) Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat dari permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir. 2) Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya. 3) Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban. 4) Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil

kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya. Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

2.2.2 Jenis Drainase

Drainase memiliki beberapa jenis berdasarkan klasifikasi yang ada, klasifikasi tersebut yaitu : (1) Menurut sejarah terbentuknya, terbagi menjadi dua yaitu drainase alamiah dan drainase buatan. Drainase alamiah (*natural drainage*) drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Sedangkan drainase buatan (*arficial drainage*) drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya. (2) Menurut letak bangunan, terbagi menjadi dua yaitu drainase permukaan tanah dan drainase bawah permukaan tanah. Drainase permukaan tanah (*surface drainage*) saluran drainase yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open chanel flow*. Sedangkan drainase bawah permukaan tanah (*subsurface drainage*) Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa). Dikarenakan alas an-alasan tertentu. Alasan itu antara

lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain. (3) Menurut fungsi, terbagi menjadi dua. *single purpose*, suatu jenis air buangan : air hujan, limbah domestik, limbah industry, dan lain-lain. Kemudian *multi purpose*, beberapa jenis air buangan tecampur. (4) Menurut konstruksi terbagi menjadi dua yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup.

2.2.3 Permasalahan Sistem Drainase

Permasalahan drainase perkotaan bukanlah hal yang sederhana. Banyak faktor yang mempengaruhi dan pertimbangan yang matang dalam perencanaan, antara lain:

a. Peningkatan Debit

Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan/penyempitan saluran dan sungai yang menyebabkan kurangnya kapasitas dari sungai dan saluran drainase, sehingga tidak mampu menampung debit eksisting, air meluap dan terjadilah genangan atau bahkan bisa terjadi banjir.

b. Penataan Lingkungan

Perkembangan perumahan-perumahan baru terutama oleh *developer/* pengembang yang tiap tahun meningkat dan tidak diikuti dengan penataan drainase yang memadai. Bangunan-bangunan penduduk yang mempersempit dimensi saluran serta perubahan bentuk kontur untuk pengembangan pemukiman sebagian telah merubah arah aliran yang berdampak kesenjangan antara rencana penataan drainase dengan kenyataan.

c. Perubahan Tata Guna Lahan

Pada daerah-daerah bekas persawahan, pada awalnya saluran drainase yang ada merupakan saluran irigasi. Perubahan fungsi ini tidak diikuti dengan perubahan desain saluran, Perubahan tata guna lahan yang tidak sesuai dengan perencanaan, terutama pada daerah bantaran sungai dan badan-badan saluran untuk pemukiman. Hampir semua kawasan merupakan lahan bangunan dan kawasan resapan yang ada sangat kecil. Sebagian saluran yang ada masih saluran alam padahal lahan yang semula kosong telah menjadi pemukiman padat.

d. Kapasitas Saluran

Saluran yang sudah ada kurang mampu menampung kapasitas debit air hujan padahal lahan untuk pengembangan saluran sudah tidak ada (normalisasi) non teknis.

e. Fungsi

Penyalahgunaan fungsi saluran itu sendiri yang sebagian saluran masih berfungsi campuran (*mixed used*) untuk drainase dan saluran limbah.

f. Peran Masyarakat

Kesadaran masyarakat yang rendah akan pentingnya dalam memelihara saluran air disekitar rumah, mengakibatkan banyaknya sampah yang menumpuk hingga menyebabkan penyumbatan pada saluran air yang menimbulkan genangan air atau bahkan banjir.

2.2.4 Penanganan Sistem Drainase

Penanganan drainase merupakan hal yang harus dilakukan untuk mengoptimalkan sistem drainase agar bekerja dengan baik. Uraian sebagai berikut :

- a. Diadakan penyuluhan akan pentingnya kesadaran membuang sampah,
- b. Dibuat bak pengontrol serta saringan agar sampah yang masuk ke drainase dapat dibuang dengan cepat agar tidak mengendap,
- c. Pemberian sanksi kepada siapapun yang melanggar aturan terutama membuang sampah sembarangan agar masyarakat mengetahui pentingnya merawat drainase,
- d. Peningkatan daya guna air, meminimalkan kerugian serta memperbaiki konservasi lingkungan.

2.2.5 Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. (Triatmodjo, 2008).



Gambar 2. 1 Siklus hidrologi
Sumber : Google

Secara garis besar siklus hidrologi dibedakan menjadi tiga macam, yaitu siklus hidrologi pendek, siklus hidrologi sedang, dan siklus hidrologi panjang. (1) Daur hidrologi pendek adalah air laut menguap, uap air naik ke udara lalu bersatu menjadi awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi menjadi titik-titik air, kemudian turun sebagai hujan. Pada daur hidrologi pendek ini terbentuknya awan dan hujan terjadi di atas laut, jadi hujan tidak mencapai daratan; (2) Daur hidrologi sedang adalah air laut menguap, uap air naik ke udara dan terbawa angin sampai di atas daratan membentuk awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi membentuk titik-titik air, lalu turun sebagai hujan di daratan. Sebagian air meresap ke dalam tanah, sebagian lain kembali ke laut melalui sungai; (3) Daur hidrologi panjang adalah uap air yang berasal dari penguapan air laut, kolam, danau, sungai maupun hasil transpirasi tumbuhan naik ke udara, lalu bersatu menjadi awan. Awan terbawa oleh angin ke arah daratan dan pada jarak tertentu terhalang oleh pegunungan. Akhirnya awan mengalami kondensasi dan presipitasi menjadi titik-titik air dan turun sebagai hujan di atas pegunungan. Air hujan meresap ke tanah di pegunungan, lalu diserap oleh tumbuhan di pegunungan, sebagian muncul sebagai mata air. Melalui sungai air mengalir kembali lagi ke laut.

Selain air tanah, di Desa Kebonadem terdapat air permukaan yaitu sungai. Sungai yang mengalir di Desa Kebonadem adalah Sungai Waridin yang letaknya membelah Desa Kebonadem, sungai ini sering meluap ke daerah sekitarnya.

2.2.6 Presipitasi

Presipitasi adalah peristiwa jatuhnya air baik dalam berbentuk cair atau beku dari atmosfer ke permukaan bumi. Dalam ilmu meteorologi, Presipitasi dapat diartikan sebagai segala bentuk produk dari kondensasi uap air di atmosfer yang kemudian akan jatuh sebagai curahan air atau hujan. Sebagian besar presipitasi terjadi sebagai hujan air, namun ada juga presipitasi yang berupa hujan salju, hujan es hail, kabut menetes fog drip, graupel, dan hujan es sleet. Presipitasi merupakan faktor utama dalam mengendalikan proses daur hidrologi pada salah satu daerah aliran sungai. Terbentuknya ekologi dan hak guna lahan pada suatu daerah sebagian besar ditentukan atau tergantung pada terjadinya hujan.

Presipitasi terjadi apabila berlangsung tiga kejadian sebagai berikut : (1) Kenaikan masa uap ketempat yang lebih atas sampai saat atmosfer menjadi jenuh. (2) Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air kecil di atmosfer. (3) Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena gaya gravitasi.

2.2.7 Infiltrasi dan Perkolasi

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (*interflow*) menuju mata air, danau, dan sungai; atau secara vertikal, yang dikenal dengan perkolasi (*percolation*) menuju air tanah.

Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju ke tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari daerah basah menuju ke daerah yang lebih kering.

Tanah kering mempunyai gaya kapiler lebih besar daripada tanah basah. Gaya tersebut berkurang dengan bertambahnya kelembaban tanah. Selain itu, gaya kapiler bekerja lebih kuat pada tanah dengan butiran halus seperti lempung daripada tanah berbutir kasar pasir. Apabila tanah kering, air terinfiltrasi melalui permukaan tanah karena pengaruh gaya gravitasi dan gaya kapiler pada seluruh permukaan. Setelah tanah menjadi basah, gerak kapiler berkurang karena berkurangnya gaya kapiler.

Hal ini menyebabkan penurunan laju infiltrasi. Sementara aliran kapiler pada lapis permukaan berkurang, aliran karena pengaruh gravitasi berlanjut mengisi pori-pori tanah. Dengan terisinya pori-pori tanah, laju infiltrasi berkurang secara berangsur-angsur sampai dicapai kondisi konstan; di mana laju infiltrasi sama dengan laju perkolasi melalui tanah.

Dalam infiltrasi dikenal dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, yang dinyatakan dalam mm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu; sedang laju infiltrasi adalah kecepatan infiltrasi yang nilainya tergantung pada kondisi tanah dan intensitas hujan. Pada grafik dibawah ini menunjukkan kurva kapasitas infiltrasi (f_p), yang merupakan fungsi waktu.

Apabila tanah dalam kondisi kering ketika infiltrasi terjadi, kapasitas infiltrasi tinggi karena kedua gaya kapiler dan gravitasi bekerja bersama-sama menarik air ke

dalam tanah. Ketika tanah menjadi basah, gaya kapiler berkurang yang menyebabkan laju infiltrasi menurun. Akhirnya kapasitas infiltrasi mencapai suatu nilai konstan, yang dipengaruhi terutama oleh gravitasi dan laju perkolasi.

2.2.8 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi. Jadi, jumlah curah hujan yang diukur, sebenarnya adalah tebalnya atau tingginya permukaan air hujan yang menutupi suatu daerah luasan di permukaan bumi/tanah. Satuan curah hujan yang umumnya dipakai oleh BMKG adalah milimeter (mm). Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 (satu) milimeter atau tertampung air sebanyak 1 (satu) liter atau 1000 ml.

Intensitas curah hujan adalah tinggian curah hujan yang terjadi pada satu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Curah hujan jarak pendek biasanya dinyatakan dalam intensitas perjam dengan satuan yang digunakan adalah mm/ jam, hujan adalah intensitas besar umumnya terjadi dalam jangka waktu pendek. Hubungan antara intensitas curah hujan dengan waktu hujan tergantung pada parameter setempat.

Tabel 2. 1 Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/min)	Kondisi
Hujan sangat Lemah	< 0,02	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan Lemah	0,02 - 0,05	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat puddel.
Hujan Normal	0,05 - 0,25	Dapat dibuat puddel dan bunyi curah hujan kedengaran.
Hujan Deras	0,25 - 1	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan kedengaran dari genangan.
Hujan Sangat Deras	> 1	Hujan Seperti ditumpahkan, saluran dan drainase meluap

Sumber : Sosrodarsono, (1976)

Tabel 2. 2 Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)	
	1 Jam	24 Jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 – 5	5 – 20
Hujan normal	5 – 20	20 – 50
Hujan lebat	10 – 20	50 – 100
Hujan Sangat Lebat	> 20	> 100

Sumber : Sosrodarsono, (1976)

Ukuran butir hujan adalah berjenis-jenis nama butir hujan tergantung dari ukurannya. Dalam meteorologi, butir hujan dengan diameter > 0,5 mm disebut hujan dan diameter 0,50 – 0,1 disebut gerimis, makin besar ukuran butir hujan itu, makin besar kecepatan jatuhnya. Kecepatan yang maksimal kira-kira 9,2 m/s.

Tabel 2. 3 Ukuran, Massa dan Kecepatan Jatuh Butir Hujan

Jenis	Diameter Bola (mm)	Massa (mg)	Kecepatan Jatuh (m/det)
Hujan Gerimis	0,15	0,0024	0,5
Hujan Halus	0,5	0,065	2,1
Hujan Normal			
> Lemah	1	0,52	4,0
> Deras	2	4,2	6,5
Hujan Sangat Deras	3	14	8,1

Sumber : Sosrodarsono, (1976)

2.2.9 Curah Hujan Rata-rata Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/ daerah dan dinyatakan dalam mm. Dalam Menentukan curah hujan rata-rata daerah ada tiga macam cara yang umum digunakan dalam menganalisa curah hujan rata-rata daerah di beberapa titik pengamatan, yaitu : (1) Cara rata-rata aljabar (*arithmetic mean method*). (2) Cara *polygon thiessen*. (3) Cara garis *isohyet*. Cara perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah sebagai berikut : (1) Metode rata-rata *Aljabar (arithmetic mean method)*. Metode perhitungan rata-rata aljabar (*arithmetic mean*) biasanya digunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan di daerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*). Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada didalam DAS, tetapi stasiun diluar DAS yang masih berdekatan juga bias diperhitungkan. Cara ini adalah

perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan.

$$R = 1/n (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

R = Curah hujan daerah

n = Jumlah titik atau pos pengamatan

R₁, R₂,..... R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan

(2) Metode *Polygon Thiessen*, metode ini dilakukan dengan menganggap bahwa setiap stasiun hujan dalam suatu daerah mempunyai luas pengaruh tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan stasiun menjadi hujan daerah yang bersangkutan. Caranya adalah dengan memplot letak stasiun-stasiun curah hujan ke dalam gambar DAS yang bersangkutan. Kemudian dibuat garis penghubung di antara masing-masing stasiun dan ditarik garis sumbu tegak lurus. Cara ini merupakan cara terbaik dan paling banyak digunakan walau masih memiliki kekurangan karena tidak memasukkan pengaruh topografi. Metode ini dapat digunakan apabila pos hujan tidak banyak. Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Curah hujan daerah metode poligon Thiessen dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\bar{R} = A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots \dots A_n \cdot R_n \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

\bar{R} = curah hujan daerah

$R_1, R_2 \dots R_n$ = curah hujan di tiap titik pengamatan

$A_1, A_2 \dots A_n$ = bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan

$$W_1, W_2 \dots W_n = \frac{A_1}{A} \cdot \frac{A_2}{A} \dots \dots \dots \frac{A_n}{A} \dots \dots \dots (2.5)$$

Bagian-bagian daerah $A_1, A_2 \dots A_n$ ditentukan dengan cara sebagai berikut : (a)

Cantumkan titik-titik pengamatan di dalam dan disekitar daerah itu pada peta topografi

kemudian dihubungkan tiap titik yang berdekatan dengan sebuah garis lurus. Dengan

demikian akan terlukis jaringan segitiga yang menutupi seluruh daerah. (b) Daerah

yang bersangkutan itu dibagi dalam polygon-polygon yang didapat dengan

menggambar garis bagi tegak lurus pada setiap sisi segitiga tersebut di atas. Curah

hujan dalam setiap polygon dianggap diwakili oleh curah hujan dari titik pengamatan

dalam tiap polygon itu. Luas tiap polygon diukur dengan planimeter atau dengan cara

lain.

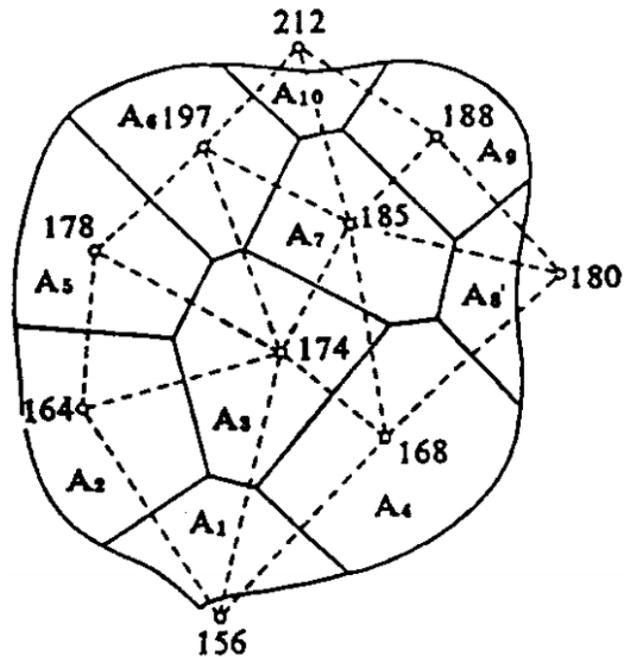
Cara Thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti daripada cara aljabar. Akan

tetapi penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi

ketelitian hasil yang didapat. Kerugian yang lain umpamanya untuk penentuan kembali

jaringan segitiga jika terdapat kekurangan pengamatan pada salah satu titik

pengamatan.



Gambar 2. 2 Polygon Thiessen
 Sumber : [S.n] Drainase Perkotaan, 1997

(3) Metode *Isohyet*, adalah garis lengkung yang menghubungkan tempat-tempat kedudukan yang mempunyai curah hujan yang sama. Peta isohyet digambar pada peta topografi dengan perbedaan 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan sekitar daerah yang dimaksud. Luas bagian daerah antara 2 garis isohyet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohyet yang berdekatan yang termasuk bagian-bagian itu dapat dihitung. Curah hujan daerah metode Isohyet dihitung dengan persamaan berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.6)$$

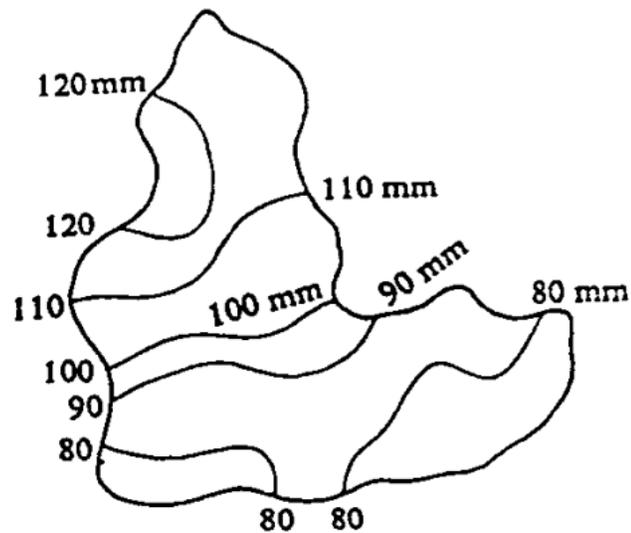
Dimana :

\bar{R} = curah hujan daerah

$R_1, R_2 \dots R_n$ = curah hujan di tiap titik pengamatan

$A_1, A_2 \dots A_n$ = bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan

Cara ini adalah cara rasional yang terbaik jika garis-garis isohyet dapat digambar dengan teliti. Akan tetapi jika titik-titik pengamatan itu banyak dan variasi curah hujan di daerah bersangkutan besar, maka pada pembuatan peta isohyet ini akan terdapat kesalahan pribadi si pembuat data.



Gambar 2. 3 Isohyet

Sumber : [S.n] Drainase Perkotaan, 1997

2.2.10 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dapat diartikan sebagai suatu cara untuk memproduksi suatu besaran curah hujan di masa yang akan datang dengan menggunakan data curah hujan di masa yang lalu berdasarkan suatu pemakaian distribusi frekuensi. Dalam melakukan sebuah analisis frekuensi diperlukan data curah hujan, yaitu curah hujan maksimum. Teori distribusi dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan umum tinggi hujan untuk analisis frekuensi, seperti :

a. Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Sebaran normal atau kurva normal disebut pula sebaran *Gauss*. Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

$$X_t = \bar{x} + K_t \cdot S_x \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana (mm/hari)

\bar{x} = Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)

S_x = Standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n}} \sum (X_1 - \bar{x})^2$$

K_t = Faktor frekuensi (Tabel 2.4)

Tabel 2. 4 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Normal

NO.	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	K_t
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,250	0,800	-0,84
3.	1,670	0,600	-0,25
4.	2,500	0,400	0,25
5.	2,000	0,500	0
6.	5,000	0,200	0,84
7.	10,000	0,100	1,28
8.	20,000	0,050	1,64
9.	50,000	0,020	2,05
10.	100,000	0,010	2,33

Sumber : Soewarno, (1995)

b. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah carian X menjadi nilai logaritmik varian X. Rumus yang digunakan dalam perhitungan metode ini adalah sebagai berikut :

$$X_t = \bar{x} + K_t \cdot S_x \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

X_t = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun (mm/hari)

\bar{x} = Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)

S_x = Standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n}} \sum (X_i - \bar{x})^2$$

K_t = Standar variable untuk periode ulang tahun (Tabel 2.5)

Tabel 2. 5 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Log Normal

NO.	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	K_t
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,250	0,800	-0,84
3.	1,670	0,600	-0,25
4.	2,500	0,400	0,25
5.	2,000	0,500	0
6.	5,000	0,200	0,84
7.	10,000	0,100	1,28
8.	20,000	0,050	1,64
9.	50,000	0,020	2,05
10.	100,000	0,010	2,33

Sumber : Soewarno, (1995)

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, missal untuk analisis frekuensi banjir. Rumus yang digunakan dalam perhitungan metode ini adalah sebagai berikut:

$$X_t = \bar{x} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S_x \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun (mm/hari)

\bar{x} = Curah hujan rata-rata hasil pengamatan (mm/hari)

S_x = Standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n}} \sum (X_i - \bar{x})^2$$

Y_t = *Reduced variable*, parameter Gumbel untuk periode T tahun (Tabel 2.6)

Y_n = *Reduced mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n) (Tabel 2.7)

S_n = *Reduced* standar deviasi, Merupakan fungsi dari banyak data (n) (Tabel 2.8)

X_i = Curah hujan maksimum (mm)

n = Lama pengamatan

Tabel 2. 6 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Gumbel

No.	Periode Ulang	<i>Reduced Variate</i>
1.	2	0,3665
2.	5	1,4999
3.	10	2,2502
4.	20	2,9606
5.	25	3,1985
6.	50	3,9019
7.	100	4,6001
8.	200	5,2960
9.	500	6,2140
10.	1000	6,9190
11.	5000	8,5390
12.	10000	9,9210

Sumber: Suripin, (2003)

Tabel 2. 7 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	0,522
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	0,553	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	0,0558	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	0,5607	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin, (2003)

Tabel 2. 8 Reduced Standard Deviasi (S_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
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, (2003)

d. Distribusi Log Pearson Tipe-III

Distribusi Log Pearson Tipe-III digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim.

Bentuk sebaran Log Pearson Tipe-III merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson Tipe-III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut (Soemarto C.D., 1995) :

- a) Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots, \log(X_n)$.
- b) Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

$\text{Log } \bar{X}$ = Harga rata-rata logaritmik

X_i = Nilai curah hujan tiap hari

n = Jumlah data

- a) Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{X})\}^2}{n-1} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

S = Standar deviasi

- b) Menghitung koefisien *Skewness* (C_s) dengan rumus :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{X})\}^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

C_s = Koefisien *Skewness*

- c) Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$\text{Log } Y = \log \bar{X} + k \cdot S$$

$$X_t = 10^{(\log Y)} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana periode ulang T tahun

k = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

S = Standar deviasi

Tabel 2. 9 Faktor K Untuk Sebaran Log Pearson Type III

Kemencengan	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
Cs	Peluang %							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,840	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	6,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	5,525
0,2	-0,033	0,831	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,830	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150

Sambungan Tabel 2.9 Faktor K untuk sebaran *log pearson type III*

-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	1,793	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : Fadziral Lubis, 2016

Distribusi Log Pearson Tipe III, mempunyai koefisien kewenangan (*Coefisien of skewness*) atau $C_s \neq 0$. Setelah pemilihan jenis sebaran dilakukan maka prosedur selanjutnya yaitu mencari curah hujan rencana periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

2.2.11 Air Limbah Rumah Tangga

Perkiraan jumlah air limbah rumah tangga suatu daerah biasanya sekitar 60 – 75% dari air yang disalurkan ke daerah itu. Jadi, bila air yang dipergunakan untuk suatu daerah pemukiman diketahui jumlahnya maka kemungkinan *output* air limbah rumah tangga dari daerah itu dapat diperkirakan. Pada tabel yang disajikan penggunaan air kota dan jumlah yang dipakai di Amerika Serikat. Aliran air limbah rumah tangga bervariasi sepanjang hari maupun sepanjang tahun. Puncak harian dari suatu daerah perumahan yang kecil biasanya terjadi di pertengahan pagi hari, variasi antara 200 hingga lebih dari 500 persen dari laju aliran rata-rata, tergantung yang turut memakai. Karena variasi

saliran air limbah akan berubah sesuai dengan ukuran kota dan kondisi-kondisi local yang lain, maka harga-harga umum yang dikutip diatas hanyalah patokan saja.

Tabel 2. 10 Penggunaan Air Di Kota dan Jumlah Yang Dipakai Di USA

Penggunaan	Jumlah Kisaran Galon/Kapita/ Hari	Liter/Kapita /Hari	Jumlah Kisaran Galon/Kapita/ Hari	Liter/Kapita/ Hari
Rumah Tangga	40 - 80	150 - 300	65	250
Komersil	10 -75	40 - 300	40	150
Public Use	15 - 25	60 - 100	20	75
Kehilangan dan Pemborosan	15 - 25	60 -100	20	75
Jumlah	80 - 205	310 - 800	145	550

Sumber : Fajar Priyo Hutomo & Rheza Firmansyah, 2016

2.2.12 Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah air hasil aktifitas manusia berupa air buangan rumah tangga, dalam perhitungan air kotor diprediksi berdasarkan kebutuhan air bersih di daerah studi dan perkiraan besarnya air buangan sebesar 85% dari kebutuhan air minum (Suhardjono, 1984). Kebutuhan air bersih secara umum diperkirakan sebesar 90 lt/hr/orang untuk kategori kota semi urban (Dirjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2006). Untuk jumlah penduduk sebesar (P_n), maka air kotor yang dibuang setiap Km^2 dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A \dots\dots\dots(2.14)$$

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase dihitung sebagai berikut :

$$Q_{ki} = Q_k \cdot A_i \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

Q_k = Debit air kotor rata-rata ($lt/s/Km^2$)

P_n = Jumlah penduduk

q = Debit air buangan ($lt/s/org$)

A = Luas total wilayah (Km^2)

A_i = Luas tiap daerah pengaliran (Km^2)

2.2.13 Proyeksi Penduduk

Jumlah penduduk di daerah studi pada awal perencanaan dimulai dan untuk tahun-tahun yang akan datang harus diperhitungkan untuk menghitung debit air kotor. Untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun yang akan datang digunakan:

a. Metode Geometrik

Proyeksi penduduk dengan menggunakan metode geometrik berasumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometric menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk. Laju pertumbuhan penduduk (*Rate of growth*) dianggap sama untuk setiap tahun. Berikut formula yang digunakan pada metode geometrik:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \dots\dots\dots (2.16)$$

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

b. Metode Eksponensial

Metode eksponensial menggambarkan pertambahan penduduk yang terjadi secara sedikit-sedikit sepanjang tahun, berbeda dengan metode geometrik yang mengasumsikan bahwa pertambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat selama kurun waktu tertentu (Adieoetomo dan samosir, 2010). Formula yang digunakan pada metode eksponensial adalah:

$$P_t = P_0 e^{rt} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$r = \frac{(\text{Log } P_t - \text{Log } P_0)}{t \text{ Log } e} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

e = bilangan pokok dari sistem logaritma natural (ln) yang besarnya adalah 2,7182818 atau dengan $\text{Log } e = 0,43429$

c. Metode aritmatik

Proyeksi penduduk dengan metode aritmatik mengasumsikan bahwa jumlah penduduk pada masa depan akan bertambah dengan jumlah yang sama setiap tahun. Formula yang digunakan pada metode proyeksi aritmatik adalah :

$$P_t = P_0 (1 + rt) \dots\dots\dots (2.20)$$

$$r = \frac{1}{t} \left(\frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana :

- P_t = jumlah penduduk pada tahun t
 P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar
 r = laju pertumbuhan penduduk
 t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

Dari ketiga metode perhitungan jumlah penduduk diatas juga dapat dihitung perkiraan waktu ketika jumlah penduduk mencapai dua kali lipat (*doubling limit*).

Formula yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Geometrik} \quad : t = \frac{\log^2}{\log(1+r)} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\text{Eksponensial} \quad : t = \frac{\ln^2}{r} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$\text{Aritmatik} \quad : t = \frac{1}{r} \dots\dots\dots (2.24)$$

2.2.14 Debit Hidrologi

Dalam perhitungan debit hidrologi ini, memiliki beberapa metode yang akan di jabarkan, yaitu :

a. Debit Hidrologi Maksimum Menggunakan Metode Rasional

Rumus yang digunakan pada metode ini :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan :

- Q = Debit puncak limpasan permukaan (m^3/s)
 C = Angka pengaliran (tanpa dimensi)
 A = Luas daerah pengaliran (Km^2)
 I = Intensitas curah hujan (mm)

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung debit rencana dengan periode ulang tertentu.

Tabel 2. 11 Run Off Coefisien

Kondisi Daerah Tangkapan	Run Off Coef
Pegunungan yang curam	0,75 - 0,90
Pegunungan tersier	0,70 - 0,80
Tanah yang bergelombang dan hutan	0,50 - 0,75
Tanah yang datarannya ditanami	0,45 - 0,60
Persawahan yang dialiri	0,70 - 0,80
Sungai daerah pegunungan	0,75 - 0,85
Sungai kecil di daratan	0,45 - 0,75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah tangkapan	0,50 - 0,75

Sumber : Suryono Sosrodarsono, 1997

b. Debit Hidrologi Maksimum Menggunakan Metode Wedumen

Rumus yang digunakan pada metode ini :

$$Q_n = q' \times F \times m_p \times (R_{70}/240) \dots\dots\dots (2.26)$$

$$R_{70} = ((5/6) \times R) / m_p \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan :

Q_n = Debit banjir puncak pada periode ulang n tahun dengan kemungkinan tidak terpenuhi n % (m^3/s)

q' = α, β, q' debit setiap Km^2 pada curah hujan harian 240 mm (m^3s/Km^2)

M_p = Koefisien untuk suatu periode tertentu

F = Luas daerah pengaliran Km^2

L = Panjang sungai (km)

I = Kemiringan sungai atau median

R_{70} = Curah hujan pada periode ulang 70 tahun

Proses perhitungan dengan metode weduwen dapat dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*), dengan langkah sebagai berikut : Menghitung A, L dan I dari

peta topografi daerah tangkapan air, seterusnya pilih harga perkiraan t_0 dan hitung Q dengan rumus umum, ulangi lagi perhitungan untuk harga baru $t_0 = t$ diatas, dan besar debit puncak diperoleh jika harga t_0 yang diambil sama dengan harga t .

2.2.15 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran adalah persentase jumlah air yang dapat melimpas melalui permukaan tanah dari keseluruhan air hujan yang jatuh pada suatu daerah (Eripin, 2005). Semakin kedap suatu permukaan tanah, maka semakin tinggi nilai koefisien pengalirannya. Harga koefisien aliran berbeda – beda dan sulit ditentukan secara tepat. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai koefisien limpasan adalah : kondisi tanah, laju infiltrasi, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan.

Faktor ini merupakan variabel yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir. Pemilihan harga C yang tepat memerlukan pengalaman hidrologi yang luas. Nilai C berkisar antara 0 – 1. Nilai $C = 0$ menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai $C = 1$ menunjukkan bahwa air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Pada DAS yang baik harga C mendekati nol dan semakin rusak suatu DAS maka harga C semakin mendekati satu (Kodoatie dan Syarief, 2005).

Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau prosentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Harga C berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan perubahan pada faktor-faktor yang bersangkutan dengan aliran permukaan di dalam sungai, terutama kelembaban tanah.

Koefisien limpasan (C), dapat diperkirakan dengan meninjau tata guna lahan. Harga C berubah – ubah dari waktu ke waktu sesuai dengan perubahan dari faktor – faktor yang bersangkutan dengan aliran permukaan di dalam sungai, seperti : (1) Tipe Hujan, (2) Intensitas dan lama waktu hujan, (3) Topografi dan Geologi, (4) Keadaan tumbuh-tumbuhan, (5) Perubahan-perubahan karena pekerjaan manusia, dan lain – lain.

Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Suripin, 2004):

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i . A_i}{A_i} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah i

C_i = Koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i

n = Jumlah jenis penutup lahan.

Tabel 2. 12 Nilai Koefisien Aliran Untuk Penggunaan Secara Umum

Tipe Daerah Aliran	Jenis Tanah	Harga C
Perumputan	Tanah pasir, data, 2 %	0,05 - 0,10
	Tanah pasir, rata-rata 2-7%	0,10 - 0,15
	Tanah pasir, curam, 7%	0,15 - 0,20
	Tanah gemuk, datar, 2 %	0,13 - 0,17
	Tanah gemuk, rata-rata 2-7%	0,18 - 0,22
	Tanah gemuk, curam 7%	0,25 - 0,35
Business	Daerah kota lama	0,75 - 0,50
	Daerah pinggiran	0,50 - 0,70
	Daerah "Single Family"	0,30 - 0,50
	"Multi Units", terpisah-pisah	0,40 - 0,60
Perumahan	"Multi Units", tertutup	0,60 - 0,75
	"Sub-Urban"	0,25 - 0,40
	Daerah rumah-rumah apartemen	0,50 - 0,70

Sambungan Tabel 2.12 nilai koefisien aliran untuk penggunaan secara umum

Industri	Daerah ringan	0,50 - 0,80
	Daerah berat	0,60 - 0,90
Jalan	Beraspal	0,70 - 0,95
	Beton	0,80 - 0,95
	Batu	0,70 - 0,85
Petamanan, kuburan		0,10 - 0,25
Tempat beriman		0,20 - 0,35
Halaman kereta api		0,20 - 0,40
Daerah yang tidak dikerjain		0,10 - 0,30
Untuk berjalan dan naik kuda		0,75 - 0,85
Atap		0,75 - 0,95

Sumber : Subarkah, 1980

Tabel 2. 13 Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman

No.	Macam Penggunaan Lahan	Nilai Faktor C
1	Tanah Terbuka/tanpa tanaman	1,000
2	Sawah	0,001
3	Tegalan	0,700
4	Ubikayu	0,800
5	Jagung	0,700
6	Kedelai	0,399
7	Kentang	0,400
8	Kacang Tanah	0,200
9	Padi	0,561
10	Tebu	0,200
11	Pisang	0,600
12	Akar Wangi (Sereh Wangi)	0,400
13	Rumput Bede (Tahun Pertama)	0,287
14	Rumput Bede (Tahun Kedua)	0,002
15	Kopi Dengan Penutup Tanah Buruk	0,200
16	Talas	0,850
17	Kebun Campuran	0,100
18	Kerapatan Sedang	0,200
19	Kerapatan Rendah	0,500
20	Perladangan	0,400
21	Hutan Alam: Serasah banyak	0,001
22	Serasah Kurang	0,005
23	Hutan Produksi: Tebang habis	0,500
24	Tebang Pilih	0,200

Sambungan Tabel Tabel 2. 13 Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman

25	Semak Belukar/Padang rumput	0,300
26	Ubi Kayu + Kedelai	0,181
27	Ubi Kayu + Kacang Tanah	0,195
28	Padi - Sorgum	0,345
29	Padi - Kedelai	0,417
30	Kacang Tanah + Gude (tanaman polongan)	0,495
31	Kacang tanah + kacang tunggak	0,571
32	Kacang tanah + mulsa jerami 4 ton/ha	0,049
33	Padi + Mulsa jerami 4 ton/ha	0,096
34	Kacang Tanah + Mulsa Jagung 4 ton/ha	0,128
35	Kacang tanah + mulsa kacang tunggak	0,259
36	Kacang Tanah + mulsa jerami 2 ton/ha	0,377
37	Pola tanaman tumpang gilir + Mulsa Jerami	0,079
38	Pola tanam berurutan + mulsa sisa tanaman	0,357
39	Alang-alang murni subur	0,001

Sumber : Kironoto, 2003

2.2.16 Waktu Konsentrasi Hujan (tc)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik yang terjauh ke titik yang akan dihitung debitnya. Metode Kirpich merupakan metode yang biasa digunakan untuk menghitung waktu. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai waktu konsentrasi berdasarkan Metode Kirpich adalah sebagai berikut :

$$T_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{0,385} \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana :

- Tc = waktu konsentrasi hujan
- L = panjang lereng (m)
- S = kemiringan lereng (m/m)

2.2.17 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Hidrologi

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran

serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewati debit rencana. Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana hasil perhitungan. Apabila kapasitas saluran drainase lebih besar dari debit rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk penanganan saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi antara lain normalisasi atau pengerukan sedimen, penambahan tinggi saluran dan pembuatan saluran baru. Dalam rencana perbaikan drainase prinsip dasar yang dipakai adalah sedapat mungkin mempertahankan saluran yang sudah ada, jika tidak memungkinkan maka dilakukan perubahan pada dimensi saluran sesuai dengan debit rencana. Debit rencana adalah penjumlahan dari debit rancangan air kotor dan air hujan. Berdasarkan data-data dan proses perhitungan maka diketahui debit air hujan (Q_h) dan debit air kotor (Q_k) sehingga debit rencana :

$$Q_r = Q_h + Q_k \dots\dots\dots(2.30)$$

Untuk mengetahui kemampuan kapasitas saluran drainase terhadap debit rencana maka digunakan rumus :

$$Q = Q_s - Q_r \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan :

Q_s = Debit saluran (m^3/s)

Q_r = Debit rencana/debit air hujan dan debit air kotor (m^3/s)

2.2.18 Debit Banjir Rencana (Rencana Sistem)

Besarnya nilai debit banjir rancangan ditentukan dengan menjumlahkan besarnya debit limpasan permukaan dengan debit air kotor. Untuk menghitung kapasitas debit yang harus dibuang pada setiap saluran, maka perhitungan yang digunakan adalah debit rencana sistem. Debit rencana sistem merupakan akumulasi debit banjir rancangan yang berada di hulu saluran ditambah dengan debit pada saluran drainase tersebut.

2.2.19 Analisis Sumur Resapan

Sumur resapan air hujan salah satu langkah struktural dalam konsep sistem drainase yang berkelanjutan adalah pembuatan Sumur Resapan Air Hujan (SRAH). Meningkatnya limpasan permukaan, disamping akan menambah beban sistem drainase dibagian hilir, juga menurunkan pengisian air tanah, sehingga memberi kontribusi terhadap keseimbangan siklus hidrologi. Oleh karena itu, salah satu solusi adalah mengembalikan fungsi resapan secara artifisial. Hal ini akan memberi manfaat ganda, yaitu menurunkan 31 limpasan permukaan sekaligus meningkatkan mengisi air tanah. Perhitungan SRAH menurut Sunjoto dalam Suripin (2004), dengan persamaan sebagai berikut :

Kedalaman sumur, H :

$$H = Q / F \cdot K \cdot (1 - e^{-F \cdot K \cdot T / \pi \cdot R^2}) \dots\dots\dots (2.32)$$

Keterangan :

- H = Tinggi muka air dalam sumur (m)
- F = Faktor geometrik (m)
- Q = Debit air masuk ($m^3 /$)
- T = Waktu pengaliran (s)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m/s)

R = Jari-jari sumur (m)

Sedangkan berdasarkan metode PU (1990), perhitungan SRAH tertuang dalam SK SNI T-06-1990-F, tentang standar tata cara perencanaan teknis sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan, dengan persamaan :

$$H = D \cdot I \cdot At - D \cdot k \cdot As : As + D \cdot K \cdot P \dots\dots\dots(2.33)$$

Keterangan :

- D = Durasi hujan (jam)
- I = Intensitas huajn (m/jam)
- At = Luas tadah hujan (m²)
- K = Permeabilitas tanah (m/jam)
- P = Keliling penampang sumur (m²)
- H = Kedalaman sumur (m)
- As = Luas penampang sumur (m²)

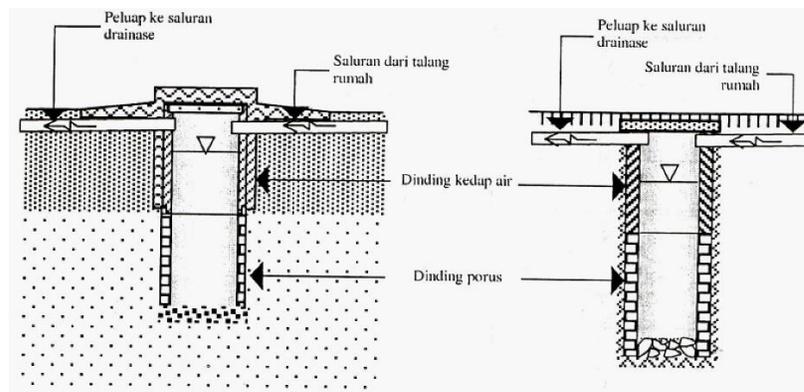
Tabel 2. 14 Faktor Geometrik Sumur

No.	Kondisi	Faktor Geometri Sumur	Harga F bila R=1; H=0 ; L=0 kecuali F ₁ ↔L=1	Referensi
1		$F = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L+2R}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$	3,964	Sunjoto (2002)
2		$F = \frac{2\pi L + \pi^2 R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L+2R}{2R} + \sqrt{\left(\frac{L}{2R}\right)^2 + 1} \right\}}$	9,870	Sunjoto (2002)
3		$F = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L+2R}{2R} + \sqrt{\left(\frac{L}{2R}\right)^2 + 1} \right\}}$	6,283	Sunjoto (2002)
4		$F = \frac{2\pi H + \pi^2 R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{H+2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R}\right)^2 + 1} \right\}}$	13,392	Sunjoto (2002)
5		$F = \frac{2\pi H + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{H+2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R}\right)^2 + 1} \right\}}$	8,525	Sunjoto (2002)
6		F = 4.R	4,000	Sunjoto (2002)
7		F = 5,50.R	5,5	Harza (1935) Taylor (1948) Hvorslev (1951)
		F = 2πR	6,283	Sunjoto (2002)

Sumber : Pembangunan Sumberdaya Air Dalam Dimensi Hamemanyu Hayuning Bawono (2009)

Selain persamaan diatas metode PU dalam perencanaan SRAH memberikan persyaratan sebagai berikut :

- a. Persyaratan Umum, Sumur Resapan Air Hujan dibuat pada lahan yang lolos air dan tahan longsor; Sumur Resapan Air Hujan harus bebas kontaminasi / pencemaran limbah; Air yang masuk sumur resapan adalah air hujan; Untuk daerah sanitasi lingkungan yang buruk, SRAH hanya menampung air hujan dari atap melalui talang. Mempertimbangkan aspek hidrogeologi, geologi dan hidrologi.
- b. Keadaan muka air tanah Sumur resapan dibuat pada awal daerah aliran yang dapat ditentukan dengan mengukur kedalaman dari permukaan air tanah ke permukaan tanah di sumur penduduk sekitarnya pada musim hujan.
- c. Permeabilitas tanah Permeabilitas tanah yang dapat dipergunakan untuk SRAH dibagi menjadi 3 kelas, yaitu : Permeabilitas tanah sedang (geluh/lanau, $k = 2,0 - 6,5$ cm/jam); Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, $k = 6,5 - 12,5$ cm/jam); Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, $k = 12,5$ cm/jam).

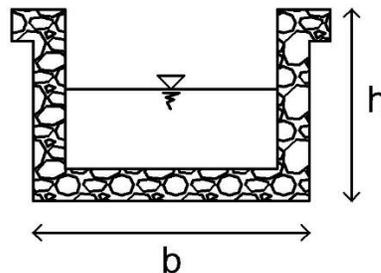


Gambar 2. 4 Konstruksi Sumur Resapan

Sumber : Google

2.2.20 Kapasitas Saluran Terbuka

Bentuk saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum (Suripin, 2004). Analisis kapasitas saluran dimaksudkan adalah untuk mendapatkan deskripsi saluran, baik terbuka maupun tertutup, sesuai dengan kapasitas debit yang mengalir. Kriteria perencanaan debit saluran yang biasa digunakan adalah persamaan umum.



Gambar 2. 5 Saluran Terbuka Penampang Persegi

Sumber : Google

Kapasitas debit saluran

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (2.34)$$

Luas penampang basah

$$A = b \cdot h \dots\dots\dots (2.35)$$

Keliling penampang basah

$$P = b + 2h \dots\dots\dots (2.36)$$

Jari-jari hidrolis

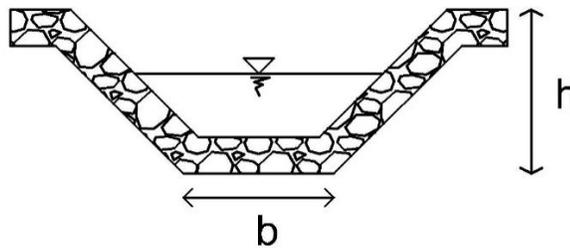
$$R = A/P \dots\dots\dots (2.37)$$

Kecepatan aliran

$$V = \frac{1}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

Keterangan :

- b = Lebar dasar saluran
- h = Ketinggian saluran
- V = Kecepatan aliran
- S = kemiringan dasar saluran
- R = Jari-jari hidrolis
- n = Kekasaran manning



Gambar 2. 6 Saluran Terbuka Penampang Trapesium
 Sumber : Google

Luas penampang basah

$$A = (b + m \cdot h) h \dots\dots\dots (2.38)$$

Keliling penampang basah

$$P = b + 2h (m^2 + 1)^{0,5} \dots\dots\dots (2.39)$$

Jari-jari hidrolis

$$R = A/P \dots\dots\dots (2.40)$$

Keterangan

- A = luas penampang basah
 b = lebar dasar saluran
 h = tinggi muka air
 m = kemiringan dinding saluran
 R = jari-jari hidrolis
 P = keliling basah saluran

Tabel 2. 15 Harga Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu sedimen	0,050
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : Hidraulika II, Triatmodjo (1993)

Tabel 2. 16 Koefisien Kekasaran Bazin

Jenis Dinding	TB
Dinding sangat halus	0,06
Dinding halus (papan, batu, bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding tanah sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

Sumber : Hidraulika II, Triatmodjo (1993)

Kecepatan aliran rencana disesuaikan dengan jenis tanah dimana saluran dibangun. Kecepatan rencana sangat erat hubungannya dengan kemiringan, dengan kemiringan yang makin besar kecepatannya juga makin besar. Perencana cenderung

membuat kecepatan rencana yang lebih kecil, tetapi kita harus melihat apakah dengan kecepatan yang makin besar tuntutan elevasi air rencana masih dapat dipenuhi, jika masih harus dilihat apakah tidak terjadi gerusan dan apabila terjadi gerusan apakah kita perlu membuat saluran dengan perkuatan. Demikiran juga apabila elevasi air rencana tidak terpenuhi apakah dengan memperkecil kecepatan rencana tidak mengakibatkan sedimentasi di saluran.

Kemiringan memanjang ditentukan terutama oleh keadaan topografi, kemiringan saluran akan sebanyak mungkin mengikuti garis muka tanah pada trase yang dipilih. Agar diperhatikan dalam menentukan kemiringan, tidak mengakibatkan erosi maupun sedimentasi. Kemiringan memanjang saluran cenderung diambil yang lebih besar sehingga diperoleh dimensi saluran sekecil mungkin.

Upaya menekan biaya pembebasan tanah dan penggalian atau penimbunan, talud saluran direncanakan sacuram mungkin. Bahan tanah, kedalaman saluran dan terjadinya rembesan akan menentukan kemiringan maksimum untuk talud yang stabil.

Khusus saluran-saluran yang lebih besar, stabilitas talud yang diberi pasangan harus diperiksa agar tidak terjadi gelincir dan sebagainya. Tekanan air dari belakang pasangan merupakan factor penting keseimbangan ini. Tinggi jagaan berguna untuk :

- (1) Menaikkan muka air di atas tinggi muka air maksimum,
- (2) Mencegah kerusakan tanggul saluran.

Meningginya muka air sampai di atas tinggi yang telah direncanakan bisa disebabkan oleh penutupan pintu secara tiba-tiba di sebelah hilir, variasi ini akan

bertambah dengan membesarkan debit. Meingginya muka air dapat pula diakibatkan pengaliran air buangan ke dalam saluran.

2.2.21 Bentuk Saluran Paling Ekonomis

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan tertentu. Dari rumus Manning maupun Chezy dapat dilihat bahwa untuk kemiringan dan dasar saluran tetap, kecepatan maksimum dicapai bila jari- jari hidraulik, R, maksimum. Selanjutnya, untuk luas penampang tetap, jari-jari hidraulik maksimum jika keliling basah P minimum.

Kondisi diatas memungkinkan untuk menentukan dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk seperti :

a. Penampang Persegi Ekonomis

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dan lebar dasar B dan kedalaman air h, luas penampang basah, A, dan keliling basah, P, dapat dituliskan dengan rumus berikut: (Suripin : 2004)

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h \dots\dots\dots(2.41)$$

$$P = b + 2 \cdot h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.42)$$

Dengan :

A = luas penampang basah

b = lebar dasar saluran

h = tinggi muka air

m = kemiringan dinding saluran

P = keliling basah saluran

b. Penampang Trapesium Ekonomis

Luas penampang melintang, A, dan keliling basah, P, saluran dengan penampang melintang yang berbentuk trapesium dengan lebar dasar B, kedalaman aliran h, dan kemiringan dinding 1:m, dapat dirumuskan sebagai berikut : (Suripin : 2004):

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h \dots\dots\dots(2.43)$$

$$P = b + 2 \cdot h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.44)$$

Dengan :

A = luas penampang basah

b = lebar dasar saluran

h = tinggi muka air

m = kemiringan dinding saluran

P = keliling basah saluran

2.2.22 Hipotesis

- a. Dimensi saluran drainase di Desa Kebonadem tidak mampu mengendalikan Q_5 tahunan.
- b. Dimensi saluran primer Waridin masih mampu mengendalikan Q_5 tahunan,
- c. Pada saluran drainase Desa Kebonadem tidak mampu mengendalikan Q_5 tahunan, maka ditambah sumur resapan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode adalah suatu cara yang dilakukan dalam suatu studi (penelitian), menurut Supriharyono (2002), bahwa : “Metode adalah suatu cara bagaimana melakukan penelitian yang baik dan benar untuk mencapai tujuan”. Pada bab ini akan diuraikan tentang beberapa aspek yang terkait dengan metode penelitian yang akan digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Beberapa aspek tersebut meliputi : lokasi dan waktu penelitian, metode penelitian, alat dan bahan, langka penelitian, teknik pengolahan data dan teknik analisis data.

Penelitian ini menggunakan metode survei. Menurut Sugiyono (2013:12), metode survei adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data dari tempat tertentu yang alamiah, tetapi peneliti melakukan perlakuan dalam pengumpulan data.

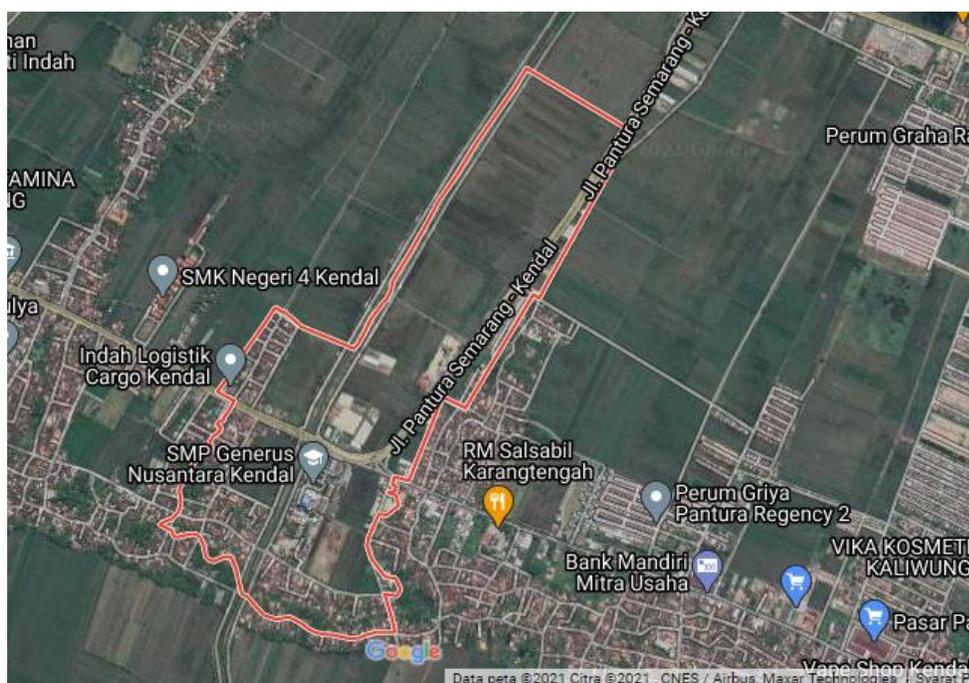
Metode deskriptif kuantitatif dalam penelitian ini digunakan dalam menyelesaikan suatu penelitian ilmiah dengan tujuan untuk memecahkan masalah yang sedang diteliti yaitu tentang evaluasi drainase berwawasan konservasi di Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal.

3.2 Lokasi dan Waktu

3.2.1 Lokasi Penelitian

Studi kasus ini dilakukan di Desa Kebonadem Kecamatan Brangsong Kabupaten Kendal. Luas wilayah Desa Kebonadem 3,93 km², Secara administratif letak

geografis Desa Kebonadem dibatasi oleh 2 Desa/Kelurahan pada sisi-sisinya. Di sisi barat berbatasan dengan Desa Brangsong, disisi selatan berbatasan dengan Desa Kumpulrejo, disisi timur berbatasan dengan desa Kumpulrejo dan disisi utara berbatasan langsung dengan Desa Brangsong.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi
Sumber: Google maps

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2020/2021. Tepatnya pada bulan februari sampai bulan juli 2021.

3.3 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode observasi dan membutuhkan data primer dan sekunder untuk dapat menyelesaikan penelitian ini, untuk data primernya adalah dimensi drainase dengan melakukan pengukuran secara

langsung di lapangan dan data permeability tanah yang diperoleh melalui uji permeabilitas tanah di laboratorium teknik sipil universitas negeri semarang, sedangkan untuk data sekunder berupa data curah hujan, peta DAS Waridin, data jumlah penduduk, Peta administrasi kota dan desa yang didapatkan dari instansi terkait dan internet.

3.4 Alat dan Bahan

Berdasarkan metode penelitian, penulis membutuhkan alat dan bahan untuk membantu atau mempermudah proses pengumpulan dilokasi penelitian. Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data-data mengenai informasi tentang drainase di wilayah DAS Waridin terutama di Desa Kebonadem yang diambil dari sumber-sumber yang terkait yaitu dari observasi, lembaga yang berwenang, dan studi pustaka dari internet maupun buku.

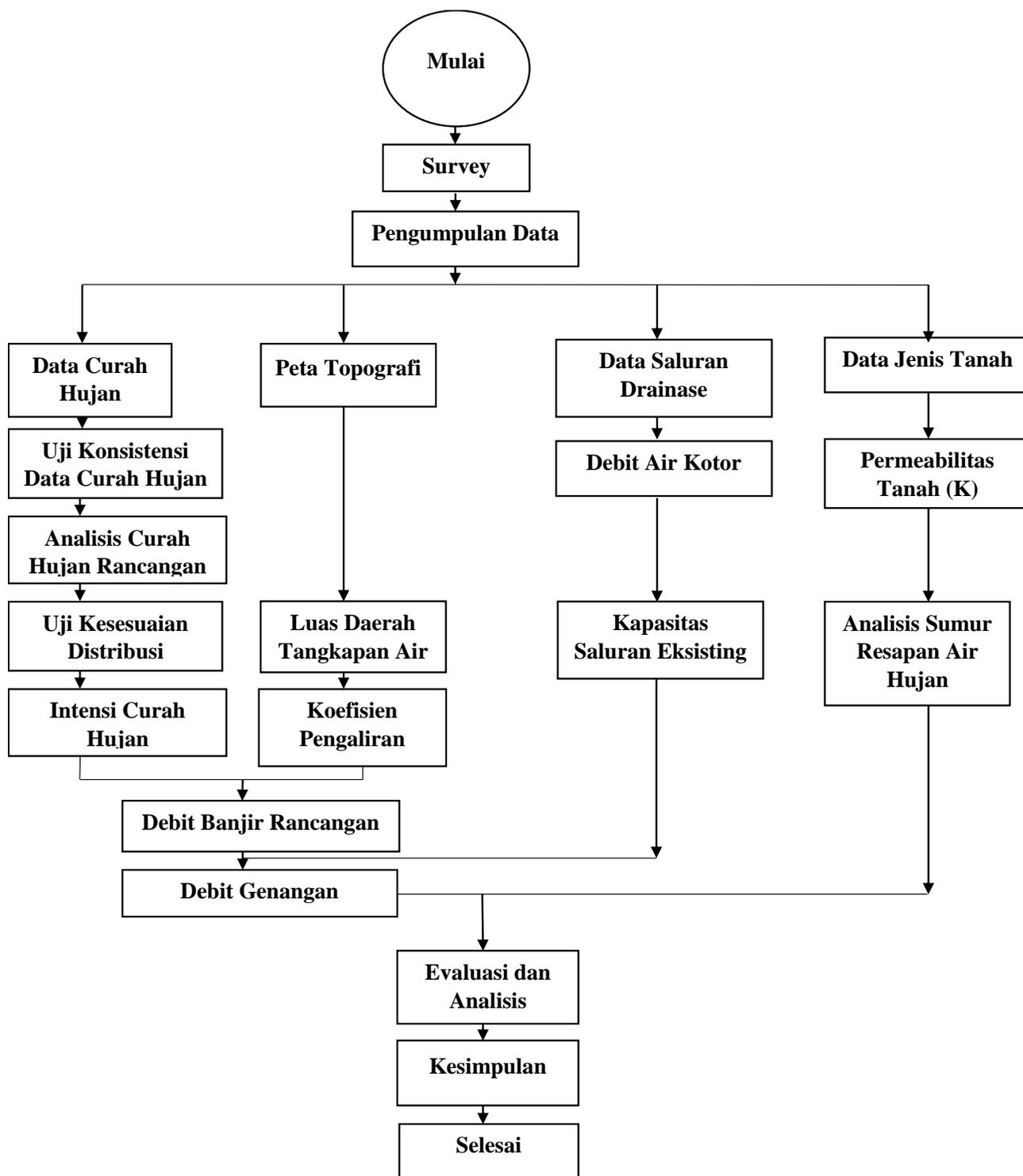
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

No.	Nama	Sumber
1.	Peta wilayah dan titik stasiun hujan DAS Waridin	PUSDATARU Bodri-Kuto Jawa Tengah
2.	Rekapitulasi bencana banjir Desa Kebonadem	BPBD Kabupaten Kendal
3.	Data curah hujan bulanan Desa Kebonadem	UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal
4.	Data Klimatologi Stasiun hujan Sikopek	UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal
5.	Dimensi Saluran	UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal
6.	Data Jumlah Penduduk Kebonadem	Badan Pusat Statistik Kabupaten Kendal
7.	Komputer	Pribadi
8.	Kamera	Pribadi
9.	Alat tulis	Pribadi

Sumber : Pribadi

3.7 Langkah-langkah Penelitian

Langkah penelitian dimulai dengan melakukan survey lapangan pada Desa Kebonadem dan wilayah DAS Waridin guna melakukan identifikasi permasalahan. Tahap berikutnya adalah melakukan studi literatur guna memperoleh solusi permasalahan, kemudian selanjutnya mengumpulkan semua data dan informasi yang dibutuhkan antara lain: data primer: (1) data dimensi drainase berdasarkan pengukuran secara langsung dilapangan (2) data permeabilitas tanah diperoleh melalui uji permeabilitas tanah di laboratotium teknik sipil universitas negeri semarang, kemudian untuk data sekunder: (1) data curah hujan diperoleh dari UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal (2) Peta DAS Waridin diperoleh dari PUSDATARU Bodri-Kuto Jawa Tengah (3) Peta administrasi desa dan kota diperoleh melalui internet. Setelah semua data dan informasi didapatkan kemudian mulai dilakukan evaluasi drainase eksisting hingga tahap terakhir mendapatkan hasil dan kesimpulan. Secara ringkas langkah-langkah dalam penelitian digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Diagram Alir
Sumber : Hasil Analisis

3.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menyederhanakannya dalam bentuk yang mudah dimengerti dan dipahami banyak orang. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode perhitungan yang ada, yang kemudian menghasilkan data tentang terjadinya proses terjadi banjir dan upaya pengendaliannya.

3.8.1 Analisis Hidrologi

Data curah hujan harian rata-rata dalam DAS terkait dengan rentang waktu 21 tahun dimana terdapat tahun 2000 hingga tahun 2020 dari stasiun hujan Sikopek sebagai acuannya diperoleh dari UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal. Perhitungan menggunakan beberapa metode yang sudah ada. Data hujan digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata dengan rumus :

- a) Metode perhitungan menggunakan Polygon Thiessen

$$\bar{R} = A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots \dots A_n \cdot R_n \dots \dots \dots (3.1)$$

Tabel 3. 2 Data Curah Hujan Stasiun Sikopek

DATA CURAH HUJAN HARIAN STASIUN HUJAN SIKOPEK														
DESA KEBONADEM KECAMATAN BRANGSONG KABUPATEN KENDAL														
NO.	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	MAX	
	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln		
1	2000	289	147	123	91	131	41	45	40	119	79	191	98	289
2	2001	205	224	235	180	85	119	56	0	31	158	156	99	235
3	2002	316	581	171	118	83	10	2	7	0	2	191	170	581
4	2003	244	533	232	255	62	19	0	0	65	83	193	426	533
5	2004	179	443	133	276	270	29	27	0	102	17	105	172	443
6	2005	202	131	133	108	58	238	25	29	71	162	106	202	238
7	2006	787	427	284	130	80	21	0	0	0	33	152	348	787
8	2007	188	219	222	320	57	70	28	12	0	38	96	293	320
9	2008	325	952	105	85	69	38	0	13	28	235	141	268	952
10	2009	275	493	98	125	109	106	46	0	0	0	105	101	493
11	2010	326	178	292	147	292	158	74	85	150	299	196	367	367
12	2011	358	158	73	172	188	67	26	0	0	75	210	135	358
13	2012	484	270	174	128	73	71	48	0	33	110	134	274	484
14	2013	519	249	137	149	96	245	89	73	0	99	111	267	519
15	2014	865	374	174	53	63	100	74	30	0	51	136	177	865
16	2015	275	243	271	147	77	0	17	0	0	0	117	263	275
17	2016	220	240	149	341	199	277	219	115	340	138	257	145	341
18	2017	298	379	135	118	49	159	59	6	72	400	251	273	400
19	2018	286	612	144	205	54	63	0	0	6	4	84	166	612
20	2019	409	276	173	182	120	0	2	0	0	0	28	230	409
21	2020	273	274	171	164	231	25	59	38	86	129	0	223	274

Sumber : UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal

Tabel 3. 3 Data Curah Hujan Stasiun Tambak boto

DATA CURAH HUJAN HARIAN STASIUN HUJAN TAMBAKBOTO														
DESA KEBONADEM KECAMATAN BRANGSONG KABUPATEN KENDAL														
NO.	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	MAX	
	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln		
1	2000	453	439	229	385	332	92	130	63	274	206	461	229	461
2	2001	677	530	402	222	184	105	69	0	48	200	163	131	677
3	2002	302	611	159	100	61	5	0	0	0	0	114	117	611
4	2003	200	387	172	112	36	35	0	0	89	52	131	309	387
5	2004	104	339	122	171	161	59	32	0	74	22	59	191	339
6	2005	108	134	101	114	70	171	60	16	30	58	40	200	200
7	2006	501	240	91	68	56	0	0	0	0	7	104	108	501
8	2007	120	161	108	130	43	54	25	71	0	61	106	249	249
9	2008	113	373	77	130	56	34	0	10	29	53	73	184	373
10	2009	154	285	91	117	48	70	17	0	0	0	70	80	285
11	2010	137	73	93	95	179	115	43	45	138	86	113	85	179
12	2011	109	99	62	92	162	31	0	0	26	137	47	96	162
13	2012	263	201	80	110	0	54	0	0	15	23	68	169	263
14	2013	288	146	40	80	38	150	110	38	0	84	77	141	288
15	2014	440	215	85	73	48	56	79	8	0	48	108	232	440
16	2015	170	89	241	103	129	79	9	0	0	6	70	208	241
17	2016	151	189	69	233	88	294	215	88	210	199	270	149	294
18	2017	338	318	130	103	34	146	72	0	76	306	132	258	338
19	2018	162	417	116	109	31	36	0	0	3	0	48	126	417
20	2019	251	205	144	159	104	0	2	0	0	0	24	191	251
21	2020	332	252	133	170	213	25	69	25	84	98	0	173	332

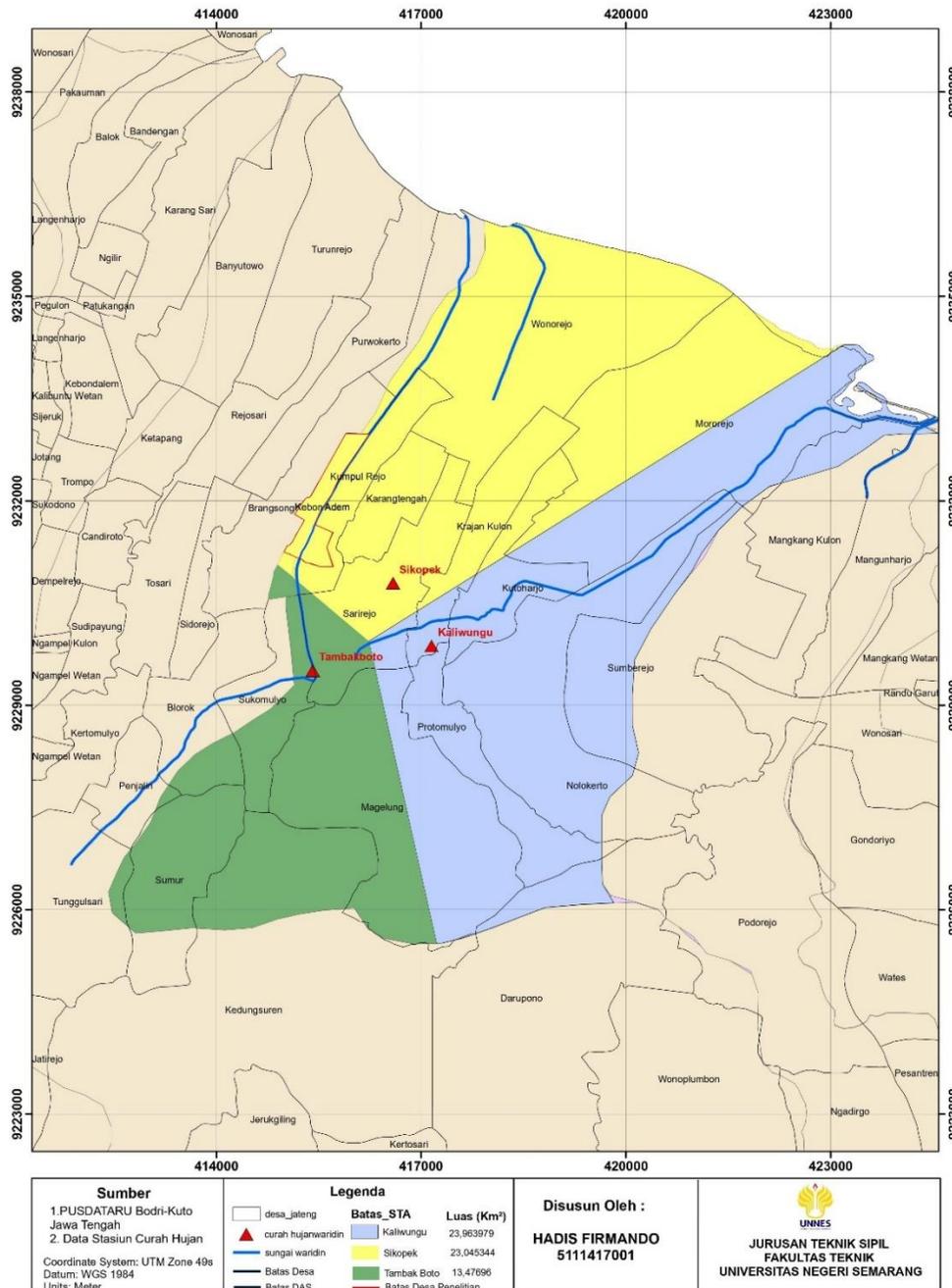
Sumber : UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal

Tabel 3. 4 Data Curah Hujan Stasiun Kaliwungu

DATA CURAH HUJAN HARIAN STASIUN HUJAN KALIWUNGU														
DESA KEBONADEM KECAMATAN BRANGSONG KABUPATEN KENDAL														
NO.	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	MAX	
	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln	mm/bln		
1	2000	327	245	138	145	118	41	37	42	115	75	242	128	327
2	2001	356	304	436	233	173	267	62	0	52	226	169	113	436
3	2002	473	591	110	157	54	10	0	0	0	7	148	196	591
4	2003	263	602	246	272	74	6	0	0	130	54	115	406	602
5	2004	165	456	182	329	264	37	16	0	69	70	100	230	456
6	2005	195	146	118	118	67	225	58	38	68	145	85	227	227
7	2006	575	420	245	136	73	0	0	0	0	48	169	327	575
8	2007	129	202	210	193	57	29	38	89	0	147	132	295	295
9	2008	266	340	127	95	47	21	0	5	21	145	76	280	340
10	2009	345	672	108	186	121	138	37	0	0	2	160	63	672
11	2010	356	195	217	157	274	178	75	129	182	202	251	387	387
12	2011	366	154	110	139	172	15	13	2	67	169	140	170	366
13	2012	576	346	119	171	113	110	6	0	18	113	145	269	576
14	2013	629	310	123	211	124	281	181	36	0	111	133	210	629
15	2014	864	378	143	58	100	129	161	24	0	37	204	210	864
16	2015	166	185	249	226	66	62	16	0	0	19	122	203	249
17	2016	229	257	107	301	277	238	189	107	268	172	446	208	446
18	2017	308	398	120	90	44	172	66	0	35	316	296	162	398
19	2018	305	582	230	156	47	89	0	1	17	10	83	132	582
20	2019	359	203	181	239	149	0	7	3	0	19	50	252	359
21	2020	375	260	210	183	243	32	59	44	100	111	0	223	375

Sumber : UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal

PETA POLYGON THIESSSEN DAERAH ALIRAN SUNGAI WARIDIN



Gambar 3. 3 Peta Polygon Thiessen DAS Waridin Kabupaten Kendal
 Sumber : Hasil Analisis

b) Analisis frekuensi

$$X_t = \bar{x} + K_t \cdot S_x \dots\dots\dots(3.2)$$

c) Debit air kotor

$$Q_{ki} = Q_k \cdot A_i \dots\dots\dots(3.3)$$

d) Proyeksi Penduduk

$$P_t = P_0 e^{rt} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$r = \frac{(\text{Log } P_t - \text{Log } P_0)}{t \text{ Log } e} \dots\dots\dots(3.5)$$

Tabel 3. 5 Data Proyeksi Penduduk Desa Kebonadem

Tahun	Jumlah Penduduk		e	Jumlah	Laju Pertumbuhan Penduduk
	Laki-laki	Perempuan			
2020	1246	1113	2,718282	2358	
2021	1256	1043	2,718282	2299	
2022	1265	978	2,718282	2243	-0,018822322
2023	1275	917	2,718282	2192	
2024	1285	859	2,718282	2145	
2025	1296	805	2,718282	2101	
2026	1306	755	2,718282	2061	
2027	1316	708	2,718282	2024	-0,013916276
2028	1326	664	2,718282	1990	
2029	1337	622	2,718282	1959	

Sumber : Hasil Analisis

e) Debit banjir

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{0,385} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{T_c} \right)^2 \dots\dots\dots(3.7)$$

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(3.8)$$

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot A_i}{A_i} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.8.2 Analisa Kapasitas Saluran

Setelah melakukan pengolahan pada data curah hujan, selanjutnya mulai masuk ke dalam proses ke dalam proses perencanaan kapasitas saluran. Untuk wilayah Kebonadem hanya memiliki satu tipe saluran berdasarkan bentuk, yaitu saluran penampang persegi, untuk dapat menghitung perencanaan kapasitas saluran kita menghitung dengan rumus :

a) Luas Penampang

$$A = b \times h \dots\dots\dots(3.10)$$

b) Keliling Penampang Basah

$$P = b + 2h \dots\dots\dots(3.11)$$

c) Jari-jari Penampang Basah

$$R = A/P \dots\dots\dots(3.12)$$

3.8.3 Analisa Sumur Resapan

Pembuatan sumur resapan air hujan merupakan satu langkah struktural dalam konsep sistem drainase yang berkelanjutan. Naiknya limpasan ke permukaan, menyebabkan menambah beban drainase dibagian hilir dan menurunkan pengisian air tanah, sehingga memberikan kontribusi buruk terhadap keseimbangan siklus hidrologi. Mengembalikan fungsi resapan secara artifisial merupakan salah satu solusi yang memberikan manfaat ganda dari masalah diatas, Perhitungan sumur resapan air hujan menurut Sunjoto dan Suripin (2004), dengan persamaan berikut :

$$H = Q / F \cdot K \cdot (1 - e^{-F \cdot K \cdot T / \pi \cdot R^2}) \dots\dots\dots(3.12)$$

$$H = \frac{Q}{5 \cdot \pi \cdot R \cdot K} \dots\dots\dots(3.13)$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil penelitian guna menjawab tujuan dari penelitian yang telah disebutkan. Aspek yang akan di bahas dalam bab ini meliputi : Gambaran umum wilayah penelitian, kinerja sistem drainase, pembebanan dan kapasitas saluran serta rumusan sistem pendukung kebijakan prioritas rehabilitas.

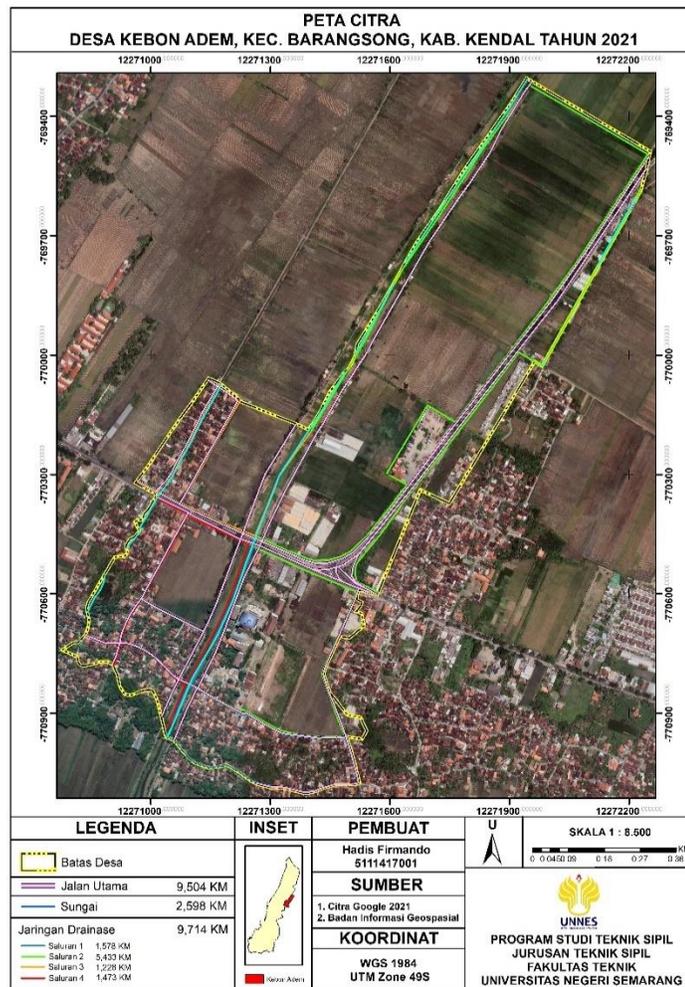
4.1.1 Menganalisis Curah Hujan Rancangan 5 dan 10 Tahun

Pada sub bab ini akan menjelaskan jawaban dari tujuan penelitian kesatu yaitu menganalisis curah hujan rancangan 5 dan 10 tahun.

a. Kondisi dan Letak Geografis

Desa Kebonadem memiliki luas wilayah 3,93 km², dibatasi oleh 2 Desa/Kelurahan, di sisi barat dan utara berbatasan dengan wilayah Desa Brangsong, di sisi timur dan selatan berbatasan dengan wilayah Desa Kumpulrejo. Kondisi geografis Desa Kebonadem memiliki ketinggian tanah dari permukaan laut kurang lebih 10 meter. Merupakan daerah dataran rendah menurut topografi wilayah. Desa Kebonadem berada pada wilayah iklim tropis yang hanya memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan dengan intensitas curah hujan tinggi. Desa Kebonadem memiliki wilayah yang terpisah oleh sungai waridin dan dilewati oleh jalan raya utama di bagian utara pulau jawa yang biasa disebut sebagai “*Jalur Pantura*” (Jalur Pantai Utara). Desa Kebonadem termasuk kedalam daerah pantai utara di pulau jawa, jarak

pusat Desa dengan garis pantai sejauh 5 km, sedangkan jarak pusat Desa ke pusat Kota di Kabupaten Kendal sejauh 5,01 km.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Google

b. Klimatologi

Dengan pertimbangan keberadaan dan ketersediaan data Pos dekat DAS Waridin, maka data klimatologi dari Stasiun Sikopek dipakai untuk memberikan informasi mengenai klimatologi DAS tersebut. Temperature bulanan pada DAS tersebut menurut data

klimatologi yaitu berkisar antara 26,72-30,86 °C. Penguapan bulanan berkisar diantara 2,6-6,4 mm/hari. Kelembapan antara 74,6-84 %, seperti pada tabel.

Tabel 4. 1 Data Klimatologi Bulanan Stasiun Sikopek

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Tahunan
Temp. (°C)	27,7	27	28,6	28,7	29,52	28,9	29,08	29,68	30,79	30,86	28,48	28,32	28
Hujan (mm)	289	274	171	147	83	67	28	6	28	79	136	223	1531
Penguapan (mm)	2,7	2,6	3,4	3,6	3,5	4,8	5,0	5,5	6,4	6,3	4,1	3,7	4,3
Kelembapan (%)	84	84	83,5	83,3	82	78,9	79,8	78,1	74,6	77,6	82,7	82,2	81

Sumber : UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal

c. Aspek Kependudukan

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Kendal dalam angka 2019, penduduk Desa Kebonadem mencapai 2423 jiwa, dengan 1187 jiwa adalah penduduk wanita dan 1236 jiwa adalah penduduk laki-laki. Perhitungan Proyeksi Penduduk menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_t = P_0 e^{rt} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$r = \frac{(\text{Log } P_t - \text{Log } P_0)}{t \text{ Log } e} \dots\dots\dots (4.2)$$

Berdasarkan data yang sudah didapatkan sebelumnya beerikut adalah data 10 tahun proyeksi penduduk Desa Kebonadem menggunakan metode eksponensial dimulai dari tahun 2020-2029.

Tabel 4. 2 Data Proyeksi Penduduk Desa Kebonadem Tahun 2020-2029

Tahun	Jumlah Penduduk		e	Jumlah	Laju Pertumbuhan Penduduk
	Laki-laki	Perempuan			
2020	1246	1113	2,718282	2358	
2021	1256	1043	2,718282	2299	
2022	1265	978	2,718282	2243	-0,018822322
2023	1275	917	2,718282	2192	
2024	1285	859	2,718282	2145	
2025	1296	805	2,718282	2101	
2026	1306	755	2,718282	2061	
2027	1316	708	2,718282	2024	-0,013916276
2028	1326	664	2,718282	1990	
2029	1337	622	2,718282	1959	

Sumber : Perhitungan

d. Kondisi Eksisting Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase di Desa Kebonadem merupakan sistem yang saling berhubungan, namun untuk mempermudah pengelolaan penelitian, maka sistem jaringan drainase di Desa Kebonadem dibagi menjadi 4 (empat) wilayah.

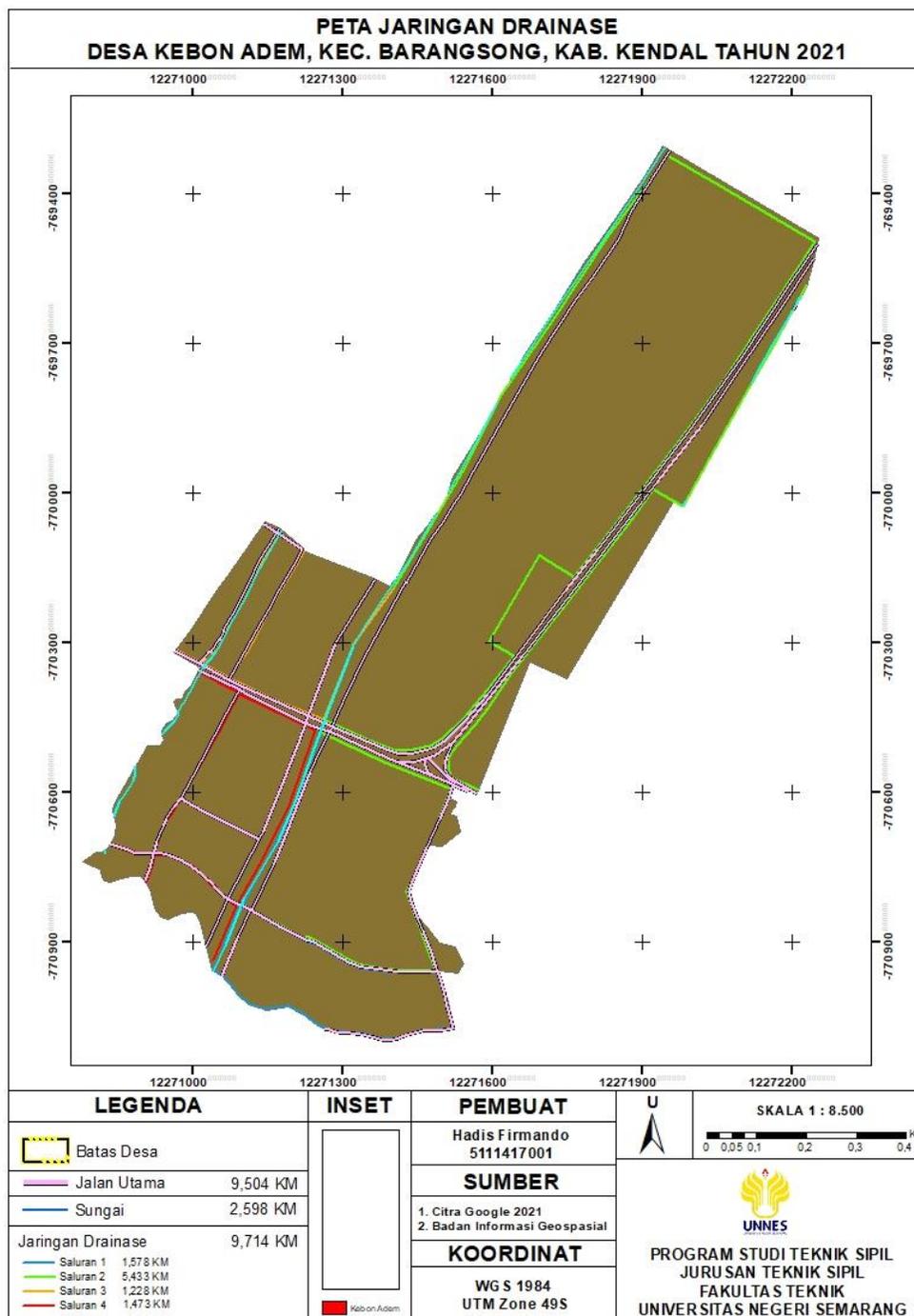
Dasar pertimbangan dari pembagian sub sistem ini adalah : (1) Arah aliran pada saluran drainase, (2) Koneksitas antara saluran penerima dengan saluran pengumpul, (3) Pembagian wilayah dan luas daerah layanan pengaliran yang proporsional.

Deskripsi pembagian wilayah dapat dilihat pada tabel berikut :

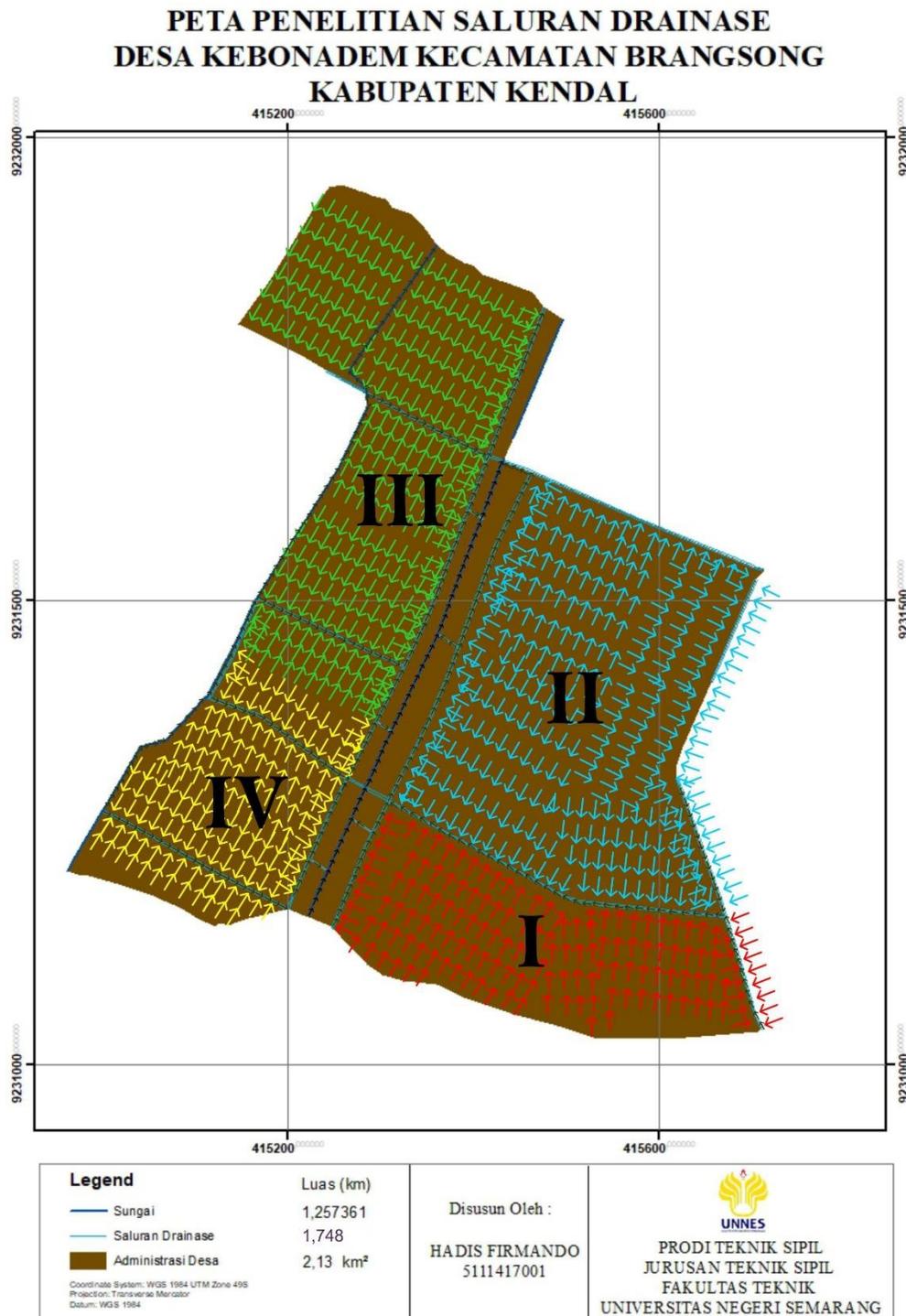
Tabel 4. 3 Wilayah dan Jaringan Drainase

No.	Nama Wilayah	Luas Lahan (Km ²)	Panjang Saluran (Km)
1.	Wilayah Bagian I	0,510879	1,58
2.	Wilayah Bagian II	1,195168	5,43
3.	Wilayah Bagian III	0,882173	1,23
4.	Wilayah Bagian IV	0,416579	1,47

Sumber : Hasil Analisis

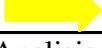


Gambar 4. 2 Peta Saluran Drainase Desa Kebonadem
Sumber : Hasil Analisis



Gambar 4. 3 Peta Studi Jaringan Drainase Desa Kebonadem
Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4. 4 Deskripsi Gambar Saluran Drainase Wilayah Desa Kebonadem

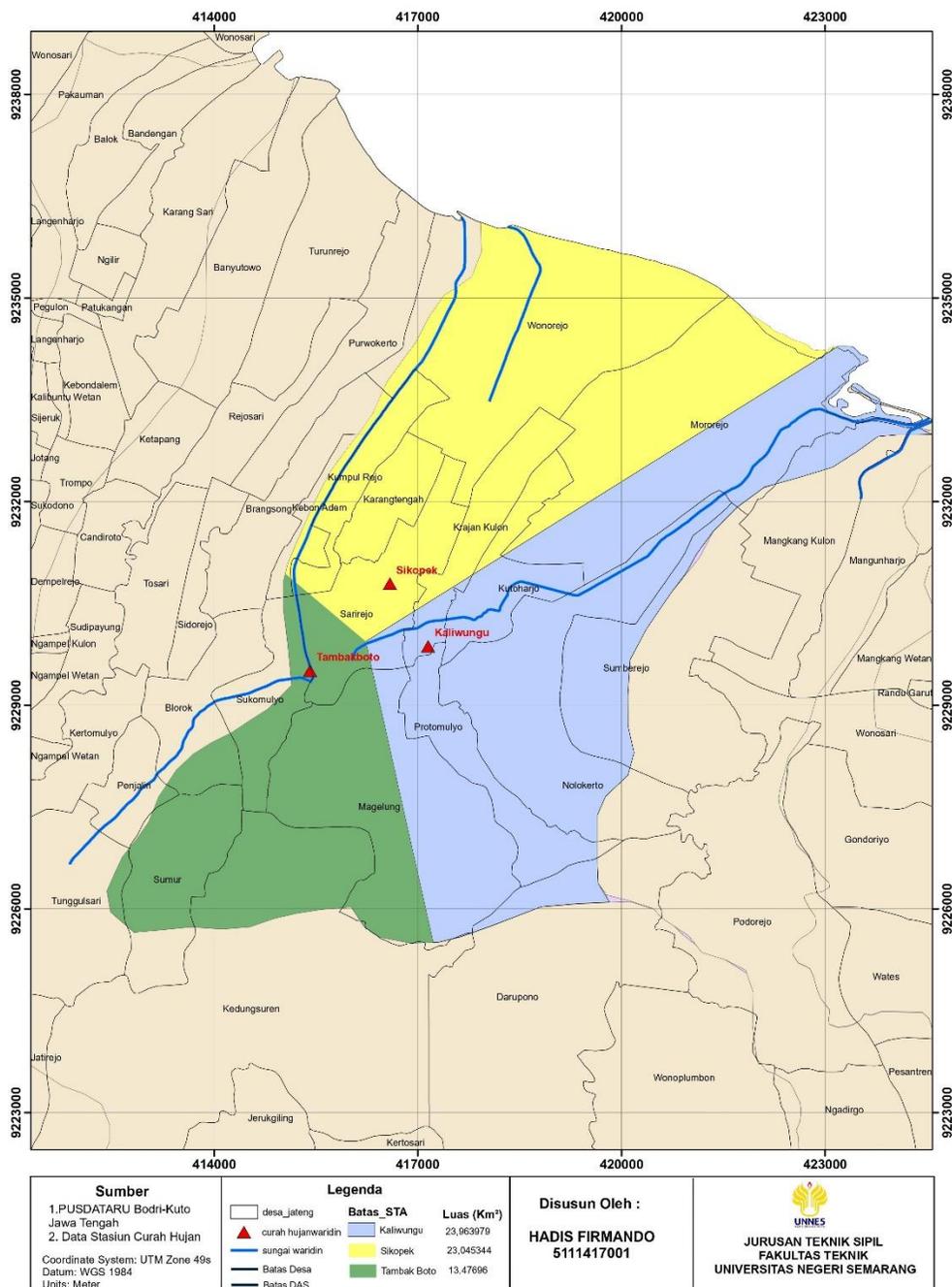
No.	Simbol	Nama Wilayah	Luas (Km²)	Panjang Saluran (Km)
1.		Wilayah Bagian I	0,510879	1,58
2.		Wilayah Bagian II	1,195168	5,43
3.		Wilayah Bagian III	0,882173	1,23
4.		Wilayah Bagian IV	0,416579	1,47

Sumber: Hasil Analisis

e. Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan diambil dari beberapa stasiun hujan yaitu Stasiun Sikopek, Stasiun Kaliwungu dan Stasiun Tambakboto yang terletak dekat dengan lokasi studi dan sebagai stasiun perwakilan dari DAS Waridin. Data yang digunakan adalah selama 21 tahun, dimulai dari tahun 2000 hingga tahun 2020, data diperoleh dari UPTD PUPR Wilayah III Kabupaten Kendal. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode polygon thiessen pada peta dengan memplot lokasi tiap stasiun yang bersangkutan yaitu Stasiun Sikopek, Stasiun Kaliwungu dan Stasiun Tambakboto, kemudian dibuat garis penghubung diantara masing-masing stasiun dan ditarik garis tegak lurus. Dan dari hasil analisa menggunakan metode Polygon Thiessen, Desa Kebonadem hanya dicakup oleh satu stasiun, yaitu Stasiun Sikopek. Berikut gambar peta polygon thiessen Desa Kebonadem.

PETA POLYGON THIESSSEN DAERAH ALIRAN SUNGAI WARIDIN



Gambar 4. 4 Peta Polygon Thiessen Desa DAS Waridin
Sumber : Hasil Analisis

Untuk mendapatkan besaran curah hujan rancangan dilakukan melalui analisa hidrologi yang di ambil dari darat curah hujan harian yang diolah menjadi data curah hujan dan dengan kala ulang yang telah di tentukan yaitu 10 tahun. Sebelum melakukan perhitungan debit, perlu pengecekan kualitas data dengan meggunakan uji konsistensi data yang kemudian dilanjutkan dengan pengecekan homogenitas data degan menggunakan Metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).

Uji Konsistensi Data Hujan

Data hujan yang diperoleh, perlu diuji kekonsistensiannya. Hal ini dikarenakan informasi yang diperoleh mengandung ketidak telitian (*Inaccuracy*) dan ketidak pastian (*Uncertainty*) (Harto,263). Uji konsistensi data menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) guna menguji ketidak konsistensinya data suatu stasiun dengan data dari stasiun itu sendiri yang mendeteksi melalui nilai rata-rata (*mean*). Uji kepanggahan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y}, k = 0,1,2,3,\dots,n \dots\dots\dots(4.3)$$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}), k = 1,2,3,\dots,n \dots\dots\dots(4.5)$$

Dengan :

Data hujan ke – i

Deviasi Standar

Tabel 4. 5 Perhitungan Uji Kepanggaan Metode RAPS Stasiun Sikopek

No.	Tahun	X (mm)	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2000	289	-176,476	1483,04	-0,09516	0,095155
2	2001	235	-230,476	2529,489	-0,12427	0,124272
3	2002	581	115,5238	635,5119	0,06229	0,06229
4	2003	533	67,52381	217,1174	0,036409	0,036409
5	2004	443	-22,4762	24,05615	-0,01212	0,012119
6	2005	238	-227,476	2464,067	-0,12265	0,122654
7	2006	787	321,5238	4922,741	0,173365	0,173365
8	2007	320	-145,476	1007,777	-0,07844	0,07844
9	2008	952	486,5238	11271,69	0,262332	0,262332
10	2009	493	27,52381	36,07429	0,014841	0,014841
11	2010	367	-98,4762	461,7886	-0,0531	0,053098
12	2011	358	-107,476	550,0539	-0,05795	0,057951
13	2012	484	18,52381	16,3396	0,009988	0,009988
14	2013	519	53,52381	136,419	0,02886	0,02886
15	2014	865	399,5238	7600,918	0,215422	0,215422
16	2015	275	-190,476	1727,675	-0,1027	0,102704
17	2016	341	-124,476	737,8249	-0,06712	0,067117
18	2017	400	-65,4762	204,1491	-0,0353	0,035305
19	2018	612	146,5238	1022,344	0,079005	0,079005
20	2019	409	-56,4762	151,8838	-0,03045	0,030452
21	2020	274	-191,476	1745,863	-0,10324	0,103243
	Jumlah	9775		38946,82		
	Rerata	465,4762		1854,611		
n	=	21				
Dy	=	1854,611				
Sk** maks	=	0,262332				
Sk** Min	=	-0,12427				
Q = Sk** maks	=	0,262332				
R	=	0,386604				
$Q/n^{0.5}$	=	0,057246		< 1,10	OK	Interpolasi
$R/n^{0.5}$	=	0,084364		< 1,34	OK	Interpolasi

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4. 6 Nilai ($Q/n^{(0,5)}$) dan ($R/n^{(0,5)}$)

N	$Q/n^{0.5}$			$R/n^{0.5}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,6
30	1,12	1,24	1,48	1,4	1,5	1,7
40	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,5	1,62	1,85
	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2,00

Sumber: Harto, 1993: 168

Berdasarkan hasil perhitungan, $Q/n^{0.5} \text{hitung} = 0,057246 < Q/n^{0.5} \text{tabel} = 1,10$ dan $R/n^{0.5} \text{hitung} = 0,084364 < R/n^{0.5} \text{tabel} = 1,34$. $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$ hitung lebih kecil dari nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$ tabel, maka cukup konsisten pada probabilitas 90%.

Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode *Smirnov-Kolmogorov* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Mengurutkan data hujan (X_i) dari yang besar ke kecil atau sebaliknya.
- b) Menentukan peluang empiris masing-masing data hujan yang sudah diurut dengan rumus.
- c) Menentukan peluang teoritis masing-masing data hujan yang sudah diurut berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
- d) Menghitung selisih (ΔP_1) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data hujan yang sudah diurut Menentukan apakah ΔP_1 .

Berikut hasil analisis uji *Smirnov-Kolmogorov* :

Tabel 4. 7 Hasil Uji *Smirnov-Kolmogorov*

m	x	z	Luas Kurva	Peluang Harapan	D Selisih	Dselisih Mutlak
1	24,56	-1,140	0,127		0,05	0,08
2	24,87	-1,125	0,130		0,10	0,04
3	28,63	-0,947	0,172		0,14	0,03
4	28,74	-0,942	0,173		0,19	-0,02
5	30,20	-0,873	0,191		0,24	-0,05
6	33,44	-0,719	0,236		0,29	-0,05
7	35,63	-0,616	0,269		0,33	-0,06
8	37,41	-0,531	0,298		0,38	-0,08
9	38,35	-0,487	0,313		0,43	-0,12
10	41,80	-0,324	0,373		0,48	-0,10
11	42,74	-0,279	0,390		0,52	-0,13
12	46,29	-0,111	0,456		0,57	-0,12
13	50,57	0,092	0,536		0,62	-0,08
14	51,52	0,136	0,554		0,67	-0,11
15	54,23	0,265	0,604		0,71	-0,11
16	55,69	0,334	0,631		0,76	-0,13
17	60,71	0,571	0,716		0,81	-0,09
18	63,95	0,725	0,766		0,86	-0,09
19	82,24	1,590	0,944		0,90	0,04
20	90,39	1,976	0,976		0,95	0,02
21	99,48	2,406	0,992		1,00	-0,01
Rata-rata			=			48,64
St. Dev			=			21,13
N			=			21
D hitung			=			0,13
D tabel			=			0,30
			D hitung < D tabel			
			Normal			

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil berikut menyatakan bahwa hasil dari D hitung lebih kecil dari hasil D tabel, maka, dinyatakan data yang digunakan normal.

f. Analisa Frekuensi

Berdasarkan curah hujan tahunan, perlu menentukan kemungkinan curah hujan harian maksimum akan terulang untuk menentukan debit banjir rencana. Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, akan tetapi kemungkinan ada nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variat di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi. Cara mengukur besarnya dispersi adalah dengan pengukuran dispersi.

Ada beberapa jenis distribusi statistic yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi gumbel, Log Pearson Type III, Log Normal, dan lain-lain. Untuk melakukan pengujian, harus mengetahui faktor-faktor sebagai berikut : parameter nilai rata-rata (\bar{X}), simpangan baku (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs), dan koefisien *kurtosis* (Ck). Berikut adalah hasil analisis distribusi menggunakan metode Log Pearson Type III :

Tabel 4. 8 Hasil Analisis Frekuensi Metode Log Pearson Type III

No.	Tahun	X (mm)	Log X	(LogX- LogXrata)	(LogX- LogXrata) ²	(Log X - Log X rata) ³	(Log X - Log X rata) ⁴
1	2008	99,48	2,00	0,35	0,119747878	0,041438282	0,014339554
2	2014	90,39	1,96	0,30	0,092674716	0,028212521	0,008588603
3	2006	82,24	1,92	0,26	0,069371051	0,018271214	0,004812343
4	2018	63,95	1,81	0,15	0,023765471	0,003663698	0,000564798
5	2002	60,71	1,78	0,13	0,017314677	0,002278356	0,000299798
6	2003	55,69	1,75	0,09	0,008861648	0,000834203	7,85288E-05
7	2013	54,23	1,73	0,08	0,006818874	0,000563079	4,6497E-05
8	2009	51,52	1,71	0,06	0,00363079	0,000218777	1,3183E-05
9	2012	50,57	1,70	0,05	0,00273053	0,000142682	7,4558E-06
10	2004	46,29	1,67	0,01	0,000190795	2,63542E-06	3,64026E-08

Sambungan Tabel 4.9 Hasil Analisis Frekuensi Metode Log Pearson Type III

11	2019	42,74	1,63	-0,02	0,000435456	-9,0869E-06	1,89622E-07
12	2017	41,80	1,62	-0,03	0,000932135	-2,8459E-05	8,68877E-07
13	2010	38,35	1,58	-0,07	0,004613781	-0,00031339	2,1287E-05
14	2011	37,41	1,57	-0,08	0,006194927	-0,00048759	3,83771E-05
15	2016	35,63	1,55	-0,10	0,009967328	-0,0009951	9,93476E-05
16	2007	33,44	1,52	-0,13	0,016241185	-0,00206979	0,000263776
17	2000	30,20	1,48	-0,17	0,029478501	-0,00506125	0,000868982
18	2015	28,74	1,46	-0,19	0,037348728	-0,00721795	0,001394928
19	2020	28,63	1,46	-0,19	0,037962751	-0,00739667	0,00144117
20	2005	24,87	1,40	-0,26	0,065543131	-0,01677995	0,004295902
21	2001	24,56	1,39	-0,26	0,068394291	-0,01788668	0,004677779
Jumlah		1021,42	34,69	0,00	0,62	0,04	0,04
Rata-rata	=	48,64	1,65				
Standar Deviasi	=	0,17638					
Cs	=	0,37644					
Ck	=	-0,588					
Cv	=	0,10679					

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel di atas dapat dihitung faktor-faktor uji distribusi sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata/mean } (\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n} = 118,44 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{X})\}^2}{n-1} = 0,17638$$

$$\text{Koefisien Variasi} = S/X \cdot 100\% = 0,08654$$

$$\text{Koefisien Skewness} = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{X})\}^3}{(n-1)(n-2)S^3} = 0,37644$$

Berdasarkan hasil tersebut kemudian dilakukan pemilihan jenis distribusi yang akan digunakan,

Tabel 4. 9 Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi

Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	1,110859	-
	$C_k \approx 3$	0,648766	-
Gumbel	$C_s \approx 1,139$	1,110859	-
	$C_k \approx 5,4002$	0,648766	-
	$C_s \approx 3 C_v + C_v^2 \approx 0,14715$	0,331774	-
Log Normal	$C_k \approx 3$	-0,58805	-
	$C_s \neq 0$	0,376444	Dipilih

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel diatas distribusi yang akan di pakai adalah menggunakan distribusi *Log Pearson Type III*.

g. Hujan Rancangan

Analisis hujan rancangan menggunakan metode *Log Pearson Type III*, untuk masa ulang T berdasarkan karakteristik dari distribusi yang telah dipilih yaitu *Log Pearson Type III*. Berikut adalah perhitungan *Standart Deviasi* menggunakan metode *Log Pearson Type III* :

Tabel 4. 10 Perhitungan Standart Deviasi Curah Hujan

No.	Tahun	X (mm)	Log X	(LogX- LogXrata)	(LogX- LogXrata)^2
1	2008	99,48	2,00	0,35	0,119747878
2	2014	90,39	1,96	0,30	0,092674716
3	2006	82,24	1,92	0,26	0,069371051
4	2018	63,95	1,81	0,15	0,023765471
5	2002	60,71	1,78	0,13	0,017314677
6	2003	55,69	1,75	0,09	0,008861648
7	2013	54,23	1,73	0,08	0,006818874
8	2009	51,52	1,71	0,06	0,00363079
9	2012	50,57	1,70	0,05	0,00273053
10	2004	46,29	1,67	0,01	0,000190795

Sambungan Tabel 4.11 Perhitungan Standar Deviasi Curah Hujan

11	2019	42,74	1,63	-0,02	0,000435456
12	2017	41,80	1,62	-0,03	0,000932135
13	2010	38,35	1,58	-0,07	0,004613781
14	2011	37,41	1,57	-0,08	0,006194927
15	2016	35,63	1,55	-0,10	0,009967328
16	2007	33,44	1,52	-0,13	0,016241185
17	2000	30,20	1,48	-0,17	0,029478501
18	2015	28,74	1,46	-0,19	0,037348728
19	2020	28,63	1,46	-0,19	0,037962751
20	2005	24,87	1,40	-0,26	0,065543131
21	2001	24,56	1,39	-0,26	0,068394291
Jumlah		1021,42	34,69	0,00	0,62
Rata-rata	=	48,64	1,65		
Standar Deviasi	=	0,17638			

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan data curah hujan diatas perhitungan curah hujan rencana periode ulang T tahun adalah 10 tahun, dengan menggunakan metode *Log Pearson Type III* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 11 Curah Hujan Rancangan Periode Ulang T Tahun Dengan Metode Log Pearson Type III

Kala Ulang	Log x	Cs	S	K	Log Xt	Xt (mm)
2	1,65	0,376	0,2	-0,062	1,64	43,72
5	1,65	0,376	0,2	0,818	1,80	62,51
10	1,65	0,376	0,2	1,315	1,88	76,50

Sumber : Hasil Analisis

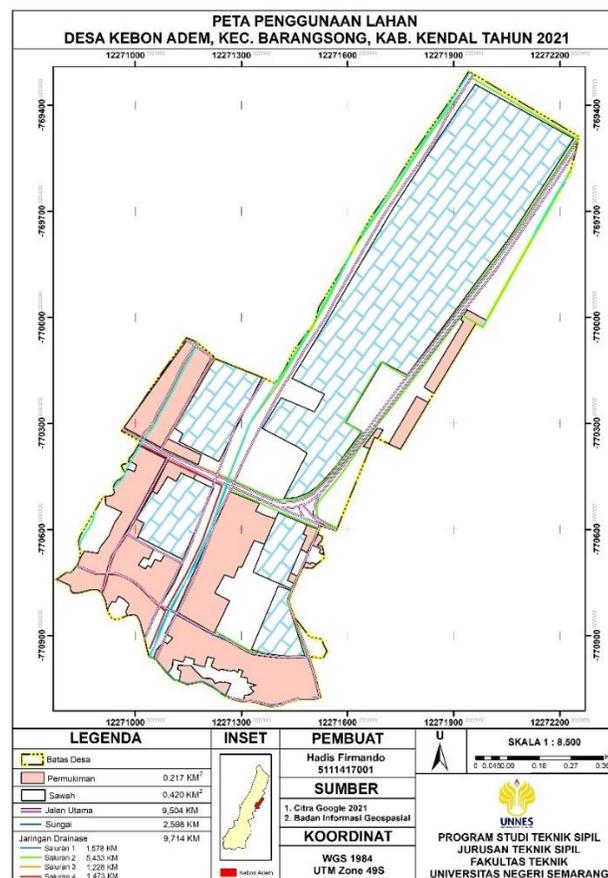
Berdasarkan tabel berikut didapat curah hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahun adalah 76,50 mm.

4.1.2 Menganalisis Debit Rancangan Kala Ulang 5 dan 10 Tahun

Pada sub bab ini akan menjelaskan jawaban dari tujuan penelitian kedua yaitu menganalisis debit rancangan dengan kala ulang 5 dan 10 tahun.

a. Debit Banjir Rancangan Saluran Desa Kebonadem

Perhitungan debit banjir rancangan saluran di Desa Kebonadem dibagi menjadi 4 wilayah, yaitu Wilayah Bagian I, Wilayah Bagian II, Wilayah Bagian III dan Wilayah Bagian IV. Dalam perhitungan ini juga mempertimbangkan tata guna lahan untuk menemukan nilai koefisien aliran (C). Berikut adalah peta tata guna lahan pada lokasi studi.



Gambar 4. 5 Peta Tata Guna Lahan Desa Kebonadem

Sumber : Hasil Analisis

Berikut adalah penjabaran perhitungan masing-masing wilayah.

Debit Banjir Saluran Wilayah I

Debit banjir rancangan saluran Wilayah I digunakan dari hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rancangan dan karakteristik daerah aliran hujan sungai.

Data yang diperlukan untuk menentukan debit banjir saluran sebagai berikut :

- 1) Luas Wilayah Bagian I (A) = 0,510879 Km²
- 2) Panjang saluran drainase = 1,578 Km
- 3) Kemiringan sungai (S) = 0,009 m
- 4) Panjang Terjauh Aliran Air (L) = 736 m

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a) Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu.
- b) Waktu konsentrasi dari DAS.
- c) Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama.
- d) Luas DAS < 300 km²

Rumus intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* dan

Rumus waktu konsentrasi hujan (t_c) menggunakan metode *Kirpich*.

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$\begin{aligned} t_c &= 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{0,385} \\ &= 0,0195 \cdot 736^{0,77} \cdot 0,009^{0,385} \end{aligned}$$

$$= 0,51276 \text{ jam}$$

$$I = \frac{62,51}{24} \left(\frac{24}{0,51276} \right)^{2/3} = 33,82674 \text{ mm/jam}$$

Karena tata guna lahan di Desa Kebonadem memiliki beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, datanya sebagai berikut:

Diketahui :

Panjang Saluran	= 1578 m
Lahan Pesawahan	= 0 m ²
Luas Pemukiman	= 358,6 m ²
Luas Aspal	= 152 m ²
Luas Wilayah	= 510,879 m ²
Lahan Kosong	= 0,136 m ²
Faktor Pemukiman	= 0,60 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Pengelolaan tanaman	= 0,561 (berdasarkan Tabel 2.13)
Faktor Jalan	= 0,70 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Lahan Kosong	= 0,1 (berdasarkan Tabel 2.12)

Jadi perhitungan nilai koefisien aliran (C) adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{(L.Kosong \times F.kosong) + (L.Pesawahan \times F.Tanam) + (L.Pemukiman \times F.Pemukiman) + (L.Aspal \times Faktor Jalan)}{Luas Wilayah}$$

$$= \frac{(0,136 \times 0,1) + (0 \times 0,561) + (358,6 \times 0,60) + (152 \times 0,70)}{510,879} = 0,63$$

Jadi perhitungan debit rancangan menggunakan metode rasional, sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \cdot 0,63 \cdot 62,51 \cdot 0,510879 = 3,025 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, debit banjir rancangan untuk Wilayah Bagian I di Desa Kebonadem adalah 3,025 m³/s.

Debit Banjir Saluran Wilayah II

Debit banjir rancangan saluran Wilayah II digunakan dari hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rancangan dan karakteristik daerah aliran hujan sungai.

Data yang diperlukan untuk menentukan debit banjir saluran sebagai berikut :

- 1) Luas Wilayah Bagian II (A) = 1,195168 Km²
- 2) Panjang saluran drainase = 5,433 Km
- 3) Kemiringan sungai (S) = 0,009 m
- 4) Panjang Terjauh Aliran Air (L) = 1568 m

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu.
- b. Waktu konsentrasi dari DAS.
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama.
- d. Luas DAS < 300 km²

Rumus intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* dan Rumus waktu konsentrasi hujan (t_c) menggunakan metode *Kirpich*.

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$\begin{aligned}
 tc &= 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{0,385} \\
 &= 0,0195 \cdot 1568^{0,77} \cdot 0,009^{0,385} \\
 &= 0,917983 \text{ jam} \\
 I &= \frac{62,51}{24} \left(\frac{24}{0,917983} \right)^{2/3} = 22,9428 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Karena tata guna lahan di Desa Kebonadem memiliki beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, datanya sebagai berikut:

Diketahui :

Panjang Saluran	= 5433 m
Lahan Pesawahan	= 748,5 m ²
Luas Pemukiman	= 146,2 m ²
Luas Aspal	= 300 m ²
Luas Wilayah	= 1195,168 m ²
Lahan Kosong	= 0,468 m ²
Faktor Pemukiman	= 0,60 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Pengelolaan tanaman	= 0,561 (berdasarkan Tabel 2.13)
Faktor Jalan	= 0,70 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Lahan Kosong	= 0,1 (berdasarkan Tabel 2.12)

Jadi perhitungan nilai koefisien aliran (C) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{(L.Kosong \times F.kosong) + (L.Pesawahan \times F.Tanam) + (L.Pemukiman \times F.Pemukiman) + (L.Aspal \times Faktor Jalan)}{Luas Wilayah} \\
 &= \frac{(0,468 \times 0,1) + (748,5 \times 0,561) + (146,2 \times 0,60) + (300 \times 0,70)}{1195,168} = 0,60
 \end{aligned}$$

Jadi perhitungan debit rancangan menggunakan metode rasional, sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \cdot 0,60 \cdot 22,9428 \cdot 1,195168 = 4,577 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, debit banjir rancangan untuk Wilayah Bagian I di Desa Kebonadem adalah 4,577 m³/s.

Debit Banjir Saluran Wilayah III

Debit banjir rancangan saluran Wilayah II digunakan dari hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rancangan dan karakteristik daerah aliran hujan sungai.

Data yang diperlukan untuk menentukan debit banjir saluran sebagai berikut :

- 1) Luas Wilayah Bagian I (A) = 0,882173 Km²
- 2) Panjang saluran drainase = 1,228 Km
- 3) Kemiringan sungai = 0,009 m
- 4) Panjang Terjauh Aliran Air (L) = 535 m

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a) Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu.
- b) Waktu konsentrasi dari DAS.
- c) Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama.
- d) Luas DAS < 300 km²

Rumus intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* dan Rumus waktu konsentrasi hujan (*t_c*) menggunakan metode *Kirpich*.

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$$

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

$$= 0,0195 \cdot 535^{0,77} \cdot 0,009^{0,385}$$

$$= 0,401098 \text{ jam}$$

$$I = \frac{62,51}{24} \left(\frac{24}{0,401098}\right)^{2/3} = 39,84457 \text{ mm/jam}$$

Karena tata guna lahan di Desa Kebonadem memiliki beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, datanya sebagai berikut:

Diketahui :

Panjang Saluran	= 1228 m
Lahan Pesawahan	= 324,7 m ²
Luas Pemukiman	= 269,7 m ²
Luas Aspal	= 288 m ²
Luas Wilayah	= 882,173 m ²
Lahan Kosong	= 0,273 m ²
Faktor Pemukiman	= 0,60 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Pengelolaan tanaman	= 0,561 (berdasarkan Tabel 2.13)
Faktor Jalan	= 0,70 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Lahan Kosong	= 0,1 (berdasarkan Tabel 2.12)

Jadi perhitungan nilai koefisien aliran (C) adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{(L.Kosong \times F.kosong) + (L.Pesawahan \times F.Tanam) + (L.Pemukiman \times F.Pemukiman) + (L.Aspal \times Faktor Jalan)}{Luas Wilayah}$$

$$= \frac{(0,273 \times 0,1) + (324,7 \times 0,561) + (269,7 \times 0,60) + (288 \times 0,70)}{882,173} = 0,62$$

Jadi perhitungan debit rancangan menggunakan metode rasional, sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \cdot 0,62 \cdot 39,84457 \cdot 0,882173 = 6,040 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, debit banjir rancangan untuk Wilayah Bagian I di Desa Kebonadem adalah 6,040 m³/s.

Debit Banjir Saluran Wilayah IV

Debit banjir rancangan saluran Wilayah II digunakan dari hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rancangan dan karakteristik daerah aliran hujan sungai.

Data yang diperlukan untuk menentukan debit banjir saluran sebagai berikut :

- 1) Luas Wilayah Bagian I (A) = 0,27 Km²
- 2) Panjang saluran drainase = 0,269 Km
- 3) Kemiringan sungai (S) = 0,009 m
- 4) Panjang Terjauh Aliran Air (L) = 837 m

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a) Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu.
- b) Waktu konsentrasi dari DAS.
- c) Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama.
- d) Luas DAS < 300 km²

Rumus intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* dan

Rumus waktu konsentrasi hujan (t_c) menggunakan metode *Kirpich*.

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$\begin{aligned} t_c &= 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{0,385} \\ &= 0,0195 \cdot 837^{0,77} \cdot 0,009^{0,385} \\ &= 0,566131 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$I = \frac{62,51}{24} \left(\frac{24}{0,566131} \right)^{2/3} = 31,66589 \text{ mm/jam}$$

Karena tata guna lahan di Desa Kebonadem memiliki beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, datanya sebagai berikut:

Diketahui :

Panjang Saluran	= 1473 m
Lahan Pesawahan	= 110,84 m ²
Luas Pemukiman	= 171,4 m ²
Luas Aspal	= 134 m ²
Luas Wilayah	= 416,579 m ²
Lahan Kosong	= 0,053 m ²
Faktor Pemukiman	= 0,60 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Pengelolaan tanaman	= 0,561 (berdasarkan Tabel 2.13)
Faktor Jalan	= 0,70 (berdasarkan Tabel 2.12)
Faktor Lahan Kosong	= 0,1 (berdasarkan Tabel 2.12)

Jadi perhitungan nilai koefisien aliran (C) adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{(L.Kosong \times F.kosong) + (L.Pesawahan \times F.Tanam) + (L.Pemukiman \times F.Pemukiman) + (L.Aspal \times Faktor Jalan)}{Luas Wilayah}$$

$$= \frac{(0,053 \times 0,1) + (110,84 \times 0,561) + (171,4 \times 0,60) + (134 \times 0,70)}{416,579} = 0,62$$

Jadi perhitungan debit rancangan menggunakan metode rasional, sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \cdot 0,62 \cdot 31,66589 \cdot 0,416579 = 2,280 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, debit banjir rancangan untuk Wilayah Bagian I di Desa Kebonadem adalah 2,280 m³/s.

Berikut adalah tabel rekapitulasi nilai koefisien aliran dan debit banjir rancangan semua wilayah di Desa Kebonadem:

Tabel 4. 12 Tabel Nilai Waktu Konsentrasi Hujan (tc)

No.	Wilayah	S	L	Tc	Curah Hujan	I
1	Wilayah Bagian I	0,009	736	0,51276	62,51	33,8267
2	Wilayah Bagian II	0,009	1568	0,917983	62,51	22,9428
3	Wilayah Bagian III	0,009	535	0,401098	62,51	39,8446
4	Wilayah Bagian IV	0,009	837	0,566131	62,51	31,6659

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4. 13 Nilai Koefisien Aliran (C) Masing-masing Wilayah

No.	Nama Saluran	Panjang Saluran m	Openspace m ²	Lahan Pesawahan m ²	Luas Pemukiman m ²	Luas Aspal m ²	Luas Wilayah m ²	Nilai C Gabungan
1.	Wilayah I	1578	0,136	0	358,6	152	510,879	0,63
2.	Wilayah II	5433	0,468	748,5	146,2	300	1195,168	0,60
3.	Wilayah III	1228	0,273	324,7	269,7	288	882,173	0,62
4.	Wilayah IV	1473	0,053	110,84	171,4	134	416,579	0,62

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4. 14 Debit Banjir Q5 Masing-masing Wilayah

No.	Wilayah	A (km ²)	Panjang (km)	C	I (mm/jam)	Q Hidrologi (m ³ /s)
1.	Wilayah Bagian I	0,51088	1,578	0,63	33,83	3,025
2.	Wilayah Bagian II	1,19517	5,433	0,60	22,94	4,577
3.	Wilayah Bagian III	0,88217	1,228	0,62	39,84	6,040
4.	Wilayah Bagian IV	0,41658	1,473	0,62	31,67	2,280

Sumber : Hasil Analisis

4.1.2 Menganalisis Kondisi Eksisting Sistem Drainase

Pada sub bab ini akan menjelaskan jawaban dari tujuan penelitian ketiga yaitu menganalisis kondisi eksisting sistem drainase.

a. Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari pembuangan kebutuhan air bersih rumah tangga, bangunan gedung, intansi dan sebagainya. Besarnya debit air kotor dipengaruhi oleh banyaknya jumlah penduduk dan kebutuhan air penduduk rata-rata adalah 150 liter/orang/hari. Debit air kotor yang harus dibuang kedalam saluran adalah 85% dari kebutuhan air bersih, sehingga besarnya buangan air adalah $150 \times 85\% = 75$ liter/orang/hari = $0,075 \text{ m}^3/\text{s/orang}$. Demikian jumlah air kotor yang dibuang untuk setiap hektar adalah :

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

Dimana :

Q_k = Debit air kotor (lt/s/orang)

P_n = Jumlah penduduk (jiwa)

q = Debit air buangan (lt/s/orang)

A = Luas total wilayah (ha)

Debit Air Kotor Wilayah I

Perhitungan debit air kotor Wilayah I dengan luas 51,0879 ha. Dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$= (799 \cdot 150)/51,0879 = 2345,956675 \text{ lt/hari/orang}$$

$$= 0,00002715 \text{ m}^3/\text{s/orang}$$

Jadi, debit air kotor untuk Wilayah I adalah 0,00002715 m³/s/orang

Debit Air Kotor Wilayah II

Perhitungan debit air kotor Wilayah II dengan luas 119,5168 ha. Dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$= (315 \cdot 150)/119,5168 = 395,3419101 \text{ lt/hari/orang}$$

$$= 0,00000458 \text{ m}^3/\text{s/orang}$$

Jadi, debit air kotor untuk Wilayah II adalah 0,00000458 m³/s/orang.

Debit Air Kotor Wilayah III

Perhitungan debit air kotor Wilayah III dengan luas 88,2173 ha. Dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$= (455 \cdot 150)/88,2173 = 773,6577746 \text{ lt/hari/orang}$$

$$= 0,00000895 \text{ m}^3/\text{s/orang}$$

Jadi, debit air kotor untuk Wilayah III adalah 0,00000895 m³/s/orang.

Debit Air Kotor Wilayah IV

Perhitungan debit air kotor Wilayah III dengan luas 41,6579 ha. Dapat dihitung sebagai

berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$Q_k = (P_n \cdot q)/A$$

$$= (865 \cdot 150)/41,6579 = 3114,655323 \text{ lt/hari/orang}$$

$$= 0,00003605 \text{ m}^3/\text{s/orang}$$

Jadi, debit air kotor untuk Wilayah II adalah 0,00003605 m³/s/orang.

Berikut adalah tabel rekapitulasi debit air kotor masing-masing wilayah :

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Debit Air Kotor Masing-masing Wilayah

No.	Nama Wilayah	A	Penduduk (Pn)	Air buangan	Q Air Kotor	
		ha	Jiwa	lt/hari/orang	lt/hari/orang	m ³ /s/orang
1	Wilayah Bagian I	51,0879	799	150	2345,956675	0,00002715
2	Wilayah Bagian II	119,5168	315	150	395,3419101	0,00000458
3	Wilayah Bagian III	88,2173	455	150	773,6577746	0,00000895
4	Wilayah Bagian IV	41,6579	865	150	3114,655323	0,00003605

Sumber: Hasil Analisis

b. Dimensi Saluran Desa Kebonadem

Dimensi saluran disesuaikan dengan masing-masing wilayah yang telah di plot, yang akan digunakan untuk mengetahui debit kapasitas saluran ($Q_{Hidrolika}$), yang nantinya akan dibandingkan dengan debit banjir rancangan ($Q_{Hidrologi}$) ditambah dengan debit

air kotor (Q_{ki}) sehingga dapat diketahui apakah saluran-saluran tersebut mampu menampung debit rancangan atau tidak.

Debit Kapasitas Saluran Wilayah I

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil koefisien kekasaran manning 0,025. Kemiringan sungai 0,009 dan debit hidrologi 3,025 m^3/s . Debit kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Karena penampang saluran merupakan penampang trapesium, maka perhitungan penampang menggunakan rumus bangun trapesium, menghitung luas penampang basah :

$$b = 0,5 \text{ m}$$

$$h = 0,7 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned} A &= (b + m \cdot h) \cdot h \\ &= (0,5 + 1 \cdot 0,7) \cdot 0,7 = 0,99 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Keliling penampang basah :

$$\begin{aligned} P &= b + 2 \cdot h \cdot \frac{h}{\sqrt{m^2+1}} \\ &= 0,5 + 2 \cdot 0,7 \cdot \frac{0,7}{\sqrt{1^2+1}} = 1,82 \text{ m} \end{aligned}$$

Jari-jari penampang basah :

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 0,99 / 1,82 = 0,54 \text{ m} \end{aligned}$$

Kecepatan air rata-rata :

$$S = 0,009$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,020} 0,54^{2/3} \cdot 0,009^{1/2} = 2,532 \text{ m/s}$$

Kapasitas Debit Saluran :

$$Q_{hidrolika} = A \times V$$

$$= 0,99 \times 2,532 = 2,51 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_{total} = Q_{hidrologi} + Q_k$$

$$= 3,025 + 2,71523 \times 10^{-5} = 3,025 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_{Kaps} = 2,51 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{total} = 3,025 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Jadi, debit kapasitas saluran Wilayah I di Desa Kebonadem tidak mampu menampung debit banjir 5 tahun (Q_5).



Gambar 4. 6. Saluran Drainase Wilayah I
Sumber : Pribadi

Debit Kapasitas Saluran Wilayah II

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil koefisien kekasaran manning 0,025. Kemiringan sungai 0,009 dan debit hidrologi 4,77 m³/s. Debit kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Karena penampang saluran merupakan penampang trapesium, maka perhitungan penampang menggunakan rumus bangun trapesium, menghitung luas penampang basah :

$$b = 1,2 \text{ m}$$

$$h = 0,9 \text{ m}$$

$$A = b \cdot h$$

$$= 1,2 \cdot 0,9 = 1,08 \text{ m}^2$$

Keliling penampang basah :

$$P = b + (2 \cdot h)$$

$$= 1,2 + (2 \cdot 0,9) = 3 \text{ m}$$

Jari-jari penampang basah :

$$R = A/P$$

$$= 1,08 / 3 = 0,36 \text{ m}$$

Kecepatan air rata-rata :

$$S = 0,009$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,025} 0,36^{2/3} \cdot 0,009^{1/2} = 1,920 \text{ m/s}$$

Kapasitas Debit Saluran :

$$Q_{hidrolika} = A \times V$$

$$= 1,08 \times 1,920 = 2,07 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{hidrologi}} + Q_{\text{k}} \\ &= 4,77 + 4,57572 \times 10^{-5} = 4,77 \text{ m}^3/\text{s}. \end{aligned}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} = 2,07 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{\text{total}} = 4,77 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Jadi, debit kapasitas saluran Wilayah II di Desa Kebonadem tidak mampu menampung debit banjir 5 tahun (Q_5).



Gambar 4. 7 Saluran Drainase Wilayah II
Sumber : Pribadi

Debit Kapasitas Saluran Wilayah III

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil koefisien kekasaran manning 0,025. Kemiringan sungai 0,009 dan debit hidrologi 6,040 m³/s. Debit kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Karena penampang saluran merupakan penampang trapesium, maka perhitungan penampang menggunakan rumus bangun trapesium, menghitung luas penampang basah :

$$b = 0,6 \text{ m}$$

$$h = 0,75 \text{ m}$$

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

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$= (0,6 + 1 \cdot 0,75) \cdot 0,75 = 1,35 \text{ m}^2$$

Keliling penampang basah :

$$P = b + 2 \cdot h \cdot \frac{h}{\sqrt{m^2+1}}$$

$$= 0,6 + 2 \cdot 0,75 \cdot \frac{0,75}{\sqrt{1^2+1}} = 1,90 \text{ m}$$

Jari-jari penampang basah :

$$R = A/P$$

$$= 1,35 / 1,90 = 0,71 \text{ m}$$

Kecepatan air rata-rata :

$$S = 0,009$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,025} 0,71^{2/3} \cdot 0,009^{1/2} = 3,024 \text{ m/s}$$

Kapasitas Debit Saluran :

$$\begin{aligned} Q_{hidrolika} &= A \times V \\ &= 1,35 \times 3,024 = 4,08 \text{ m}^3/\text{s}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{total} &= Q_{hidrologi} + Q_k \\ &= 6,040 + 8,9543 \times 10^{-5} = 6,040 \text{ m}^3/\text{s}. \end{aligned}$$

$$Q_{hidrolika} = 4,08 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{total} = 6,040 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Jadi, debit kapasitas saluran Wilayah III di Desa Kebonadem mampu menampung debit banjir 5 tahun (Q_5).



Gambar 4. 8 Saluran Drainase Wilayah III
Sumber : Pribadi

Debit Kapasitas Wilayah IV

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil koefisien kekasaran manning 0,025. Kemiringan sungai 0,009 dan debit hidrologi 2,280 m³/s. Debit kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Karena penampang saluran merupakan penampang trapesium, maka perhitungan penampang menggunakan rumus bangun trapesium, menghitung luas penampang basah :

$$b = 0,8 \text{ m}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

$$A = b \cdot h$$

$$= 0,8 \cdot 1,2 = 0,96 \text{ m}^2$$

Keliling penampang basah :

$$P = b + (2 \cdot h)$$

$$= 0,8 + (2 \cdot 1,2) = 3,2 \text{ m}$$

Jari-jari penampang basah :

$$R = A/P$$

$$= 0,96 / 3,2 = 0,30 \text{ m}$$

Kecepatan air rata-rata :

$$S = 0,009$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,025} 0,30^{2/3} \cdot 0,009^{1/2} = 1,701 \text{ m/s}$$

Kapasitas Debit Saluran :

$$Q_{hidrolika} = A \times V$$

$$= 0,96 \times 1,701 = 1,63 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{hidrologi}} + Q_k \\ &= 2,280 + 3,60493 \times 10^{-5} = 2,280 \text{ m}^3/\text{s}. \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Kaps}} = 1,63 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{\text{total}} = 2,280 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Jadi, debit kapasitas saluran Wilayah IV di Desa Kebonadem tidak mampu menampung debit banjir 5 tahun (Q_5).



Gambar 4. 9 Saluran Drainase Wilayah IV
Sumber : Pribadi

Berikut adalah tabel rekapitulasi perbandingan antara debit rancangan, debit air kotor dan debit kapasitas:

Tabel 4. 16 Perbandingan Debit Masing-masing Wilayah

No	Wilayah	Penampang Saluran	b (m)	h (m)	m (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	V (m/s)	Q Hidrolika (m ³ /s)	Q Hidrologi (m ³ /s)	Keterangan
1.	Wilayah Bagian I	Trapesium	0,5	0,7	1	0,99	1,82	0,54	0,009	0,025	2,532	2,51	3,02	Butuh sumur resapan
2.	Wilayah Bagian II	Persegi	1,2	0,9	-	1,08	3,00	0,36	0,009	0,025	1,920	2,07	4,58	Butuh sumur resapan
3.	Wilayah Bagian III	Trapesium	0,6	0,8	1	1,35	1,90	0,71	0,009	0,025	3,024	4,08	6,04	Butuh sumur resapan
4.	Wilayah Bagian IV	Persegi	0,8	1,2	-	0,96	3,20	0,30	0,009	0,025	1,701	1,63	2,28	Butuh sumur resapan

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa semua kapasitas saluran tidak mampu menampung debit hidrologi kala ulang 5 tahun. Maka, dibutuhkan sumur resapan untuk bisa menampung debit tersebut.

4.1.4 Menganalisis Kebutuhan Sumur Resapan Dari Debit Hidrologi Kala Ulang 5 dan 10 Tahun

Pada sub bab ini akan menjelaskan jawaban dari tujuan penelitian ketiga yaitu menganalisis kebutuhan sumur resapan dari debit hidrologi dengan kala ulang 5 dan 10 tahun.

a. Sumur Resapan

Untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana ($Q_{Hidrologi}$), melakukannya menggunakan analisa kapasitas. Apabila kapasitas saluran drainase ($Q_{Hidrolika}$) lebih besar dari debit rencana ($Q_{Hidrologi}$) maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air.

Normalisasi atau pengerukan sedimen, pembuatan saluran baru dan penambahan tinggi saluran, merupakan salah satu contoh yang dapat dilakukan untuk menangani saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi. Salah satu cara untuk menangani kurangnya mencukupi kapasitas saluran drainase yang ada dan juga bisa mempertahankan kuantitas air tanah adalah dengan menerapkan sumur resapan. Berikut adalah tabel kebutuhan sumur resapan untuk masing-masing wilayah.

Tabel 4. 17 Kebutuhan Sumur Resapan

No	Wilayah	Q Hidrolika m ³ /s	Q hidrologi m ³ /s	Q _{ki} m ³ /s	Q total m ³ /s	Q Selisih m ³ /s	Keterangan
1.	Wilayah Bagian I	2,51	3,02	0,00002715	3,02	0,52	Butuh
2.	Wilayah Bagian II	2,07	4,58	0,00000458	4,58	2,50	Butuh
3.	Wilayah Bagian III	4,08	6,04	0,00000895	6,04	1,96	Butuh
4.	Wilayah Bagian IV	1,63	2,28	0,00003605	2,28	0,65	Butuh

Sumber : Hasil Analisis

Debit air masuk kedalam sumur diasumsikan konstan sama dengan Q. hal ini sesuai dengan keadaan fisik yaitu dalam suatu durasi hujan akan ada debit dari atap yang masuk ke dalam sumur.

Sebelum menghitung jumlah sumur resapan, data yang perlu dicari terlebih dahulu yaitu koefisien permeabilitas yang dapat dicari dengan uji laboratorium yaitu *Falling Head Permeamete*.

Tabel 4. 18 Uji Permeabilitas Tanah (*Falling Head Permeamete*)

No	Nama Uji	Hasil Uji	Satuan
1	Diameter buret	1	cm
2	Luas Potongan buret	0,785	cm ²
3	Diameter contoh tanah	10	cm
4	Luas potongan contoh tanah	78,5	cm ²
5	Tinggi contoh tanah	13	cm
6	Waktu	267,1	detik
7	Suhu	27	C°

Sambungan Tabel 4.19 Uji Permeabilitas Tanah (*Falling Head Permeamete*)

8	Tinggi air awal pengujian	350	cm
9	Tinggi air akhir pengujian	29	cm
10	$KT \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$	0,00121243428	cm/det
11	Koefisien Permeabilitas	0,001212434	cm/det

Sumber : Hasil Uji Lab

Perhitungan Sumur Resapan Wilayah I

$$R = 0,75 \text{ m}$$

$$K = 0,043648 \text{ m/jam}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

$$Q \text{ Selisih} = 0,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan faktor geometric sumur, di Desa Kebonadem akan menggunakan menggunakan sumur tipe 7 yang tertera pada tabel 2.14, maka perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_0 &= F \times K \times H = > 5,5 \times R \times K \times H \\ &= 5,5 \times 0,75 \times 0,043648 \times 2 \\ &= 0,360093 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Karena jenis tanah wilayah penelitian merupakan tanah lanau dan sumur resapan dengan dinding porus, perhitungan kedalaman sumur resapan menurut SNI 8456:2017 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q \text{ selisih}}{5 \cdot \pi \cdot R \cdot K} \\ &= \frac{0,52}{5 \cdot 3,14 \cdot 0,75 \cdot 0,043648} \\ &= 1,00883 \text{ m} \end{aligned}$$

Dapat dibuat 1 buah sumur dengan kedalaman $H = 2 \text{ m}$, diameter $R = 0,75$

Maka : $1 \times 2 = 2 \text{ m} > 1,00883 \text{ m}$ OK.

Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Wilayah I Desa Kebonadem dengan luas $0,510879 \text{ Km}^2$ dan memiliki jumlah penduduk per tahun 2021 yaitu 799 jiwa. Dengan jumlah sumur resapan 1 buah, sehingga dapat menangani debit banjir di Wilayah I.

Perhitungan Sumur Resapan Wilayah II

$$R = 0,75 \text{ m}$$

$$K = 0,043648 \text{ m/jam}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

$$Q \text{ Selisih} = 2,50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan faktor geometric sumur, di Desa Kebonadem akan menggunakan menggunakan sumur tipe 7 yang tertera pada tabel 2.14, maka perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_0 &= F \times K \times H \Rightarrow 5,5 \times R \times K \times H \\ &= 5,5 \times 0,75 \times 0,043648 \times 2 \\ &= 0,360093 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Karena jenis tanah wilayah penelitian merupakan tanah lanau dan sumur resapan dengan dinding porus, perhitungan kedalaman sumur resapan menurut SNI 8456:2017 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q \text{ selisih}}{5 \cdot \pi \cdot R \cdot K} \\ &= \frac{2,50}{5 \cdot 3,14 \cdot 0,75 \cdot 0,043648} \\ &= 4,87093 \text{ m} \end{aligned}$$

Dapat dibuat 3 buah sumur dengan kedalaman $H = 2 \text{ m}$, diameter $R = 0,75$

Maka : $3 \times 2 = 6 \text{ m} > 4,87093 \text{ m}$ OK.

Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Wilayah II Desa Kebonadem dengan luas $1,195168 \text{ Km}^2$ dan memiliki jumlah penduduk per tahun 2021 yaitu 315 jiwa. Dengan jumlah sumur resapan 3 buah, sehingga dapat menangani debit banjir di Wilayah II.

Perhitungan Sumur Resapan Wilayah III

$$R = 0,75 \text{ m}$$

$$K = 0,043648 \text{ m/jam}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

$$Q \text{ Selisih} = 1,96 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan faktor geometric sumur, di Desa Kebonadem akan menggunakan menggunakan sumur tipe 7 yang tertera pada tabel 2.14, maka perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_0 &= F \times K \times H \Rightarrow 5,5 \times R \times K \times H \\ &= 5,5 \times 0,75 \times 0,043648 \times 2 \\ &= 0,360093 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Karena jenis tanah wilayah penelitian merupakan tanah lanau dan sumur resapan dengan dinding porus, perhitungan kedalaman sumur resapan menurut SNI 8456:2017 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q \text{ selisih}}{5 \cdot \pi \cdot R \cdot K} \\ &= \frac{1,96}{5 \cdot 3,14 \cdot 0,75 \cdot 0,043648} \\ &= 3,80729 \text{ m} \end{aligned}$$

Dapat dibuat 2 buah sumur dengan kedalaman $H = 2$ m, diameter $R = 0,75$

Maka : $2 \times 2 = 4$ m $>$ 3,80729 m OK.

Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Wilayah II Desa Kebonadem dengan luas $0,882173 \text{ Km}^2$ dan memiliki jumlah penduduk per tahun 2021 yaitu 455 jiwa. Dengan jumlah sumur resapan 2 buah, sehingga dapat menangani debit banjir di Wilayah III.

Perhitungan Sumur Resapan Wilayah IV

$$R = 0,75 \text{ m}$$

$$K = 0,043648 \text{ m/jam}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

$$Q \text{ Selisih} = 0,65 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan faktor geometric sumur, di Desa Kebonadem akan menggunakan menggunakan sumur tipe 7 yang tertera pada tabel 2.14, maka perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_0 &= F \times K \times H \Rightarrow 5,5 \times R \times K \times H \\ &= 5,5 \times 0,75 \times 0,043648 \times 2 \\ &= 0,360093 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Karena jenis tanah wilayah penelitian merupakan tanah lanau dan sumur resapan dengan dinding porus, perhitungan kedalaman sumur resapan menurut SNI 8456:2017 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q \text{ selisih}}{5 \cdot \pi \cdot R \cdot K} \\ &= \frac{0,65}{5 \cdot 3,14 \cdot 0,75 \cdot 0,043648} \end{aligned}$$

$$= 1,26029 \text{ m}$$

Dapat dibuat 1 buah sumur dengan kedalaman $H = 2 \text{ m}$, diameter $R = 0,75$

Maka : $1 \times 2 = 2 \text{ m} > 1,26029 \text{ m}$ OK.

Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Wilayah IV Desa Kebonadem dengan luas $0,416579 \text{ Km}^2$ dan memiliki jumlah penduduk per tahun 2021 yaitu 865 jiwa. Dengan jumlah sumur resapan 1 buah, sehingga dapat menangani debit banjir di Wilayah IV.

Berikut adalah rekapitulasi perhitungan sumur resapan untuk masing-masing wilayah bagian :

Tabel 4.19 Rekapitulasi Perhitungan Sumur Resapan

No.	Nama Wilayah	F	R m	K m/jam	H m	Q _o (m ³ /jam)	Q Selisih (m ³ /s)	H hitung m	Jumlah
1	Wilayah I	5,5	0,75	0,043648	2	0,360093	0,52	1,00883	1
2	Wilayah II	5,5	0,75	0,043648	2	0,360093	2,50	4,87093	3
3	Wilayah III	5,5	0,75	0,043648	2	0,360093	1,96	3,80729	2
4	Wilayah IV	5,5	0,75	0,043648	2	0,360093	0,65	1,26029	1

Sumber : Hasil Analisis

4.2 Pembahasan

Pembahasan ini di tulis guna membandingkan hasil penelitian dengan hasil penelitian lain atau dibandingkan dengan perhitungan simulasi berdasarkan teori dan peraturan yang ada.

a. Pembahasan Hujan Rancangan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis hidrologi yang telah dilakukan, didapat hasil dengan periode ulang tahun 2, 5 dan 10 dengan metode *log pearson type III* didapatkan

besaran curah hujan 43,72 mm, 62,51 mm dan 76,50. Berbeda yang dilakukan oleh Fadrizal Lubis (2016) menggunakan metode Gumbel Type I dengan periode ulang 2,5,10, 25, 50 dan 100 didapatkan besaran hujan sebesar 160,188 mm, 2015,918 mm, 234, 5292 mm, 271, 953 mm, 299,713 mm dan 327,268 mm.

b. Pembahasan Debit Hidrologi

Hasil analisis pada perhitungan ini menggunakan metode rasional dengan mengabaikan koefisien penebaran hujan, terbagi menjadi 4 wilayah dengan debit hidrologi sebesar 3,025 m³/s untuk wilayah I yang memiliki luas wilayah 0,51 Km², 4,577 m³/s untuk wilayah II yang memiliki luas wilayah 1,19 Km², 6,040 m³/s untuk wilayah III yang memiliki luas wilayah 0,88 Km² dan 2,280 m³/s untuk wilayah IV yang memiliki luas wilayah 0,41 Km². Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhammad Aria Sadhu dan Lazuardi Bani Muslim (2017) menggunakan metode yang sama dengan memperhitungkan koefisien penebaran hujan dengan beberapa wilayah yang memiliki luas >5 Km² dengan hasil debit hidrologi sebesar 12,489 m³/s, 8,754 m³/s, 7,905 m³/s, 7,525 m³/s, dan 12,506 m³/s dan memiliki luas masing-masing sebesar 11,87 Km², 8,21 Km², 5,79 Km², 5,58 Km² dan 4,93 Km² dengan koefisien penebaran hujan sebesar 0,9.

c. Pembahasan Debit Air Kotor

Berdasarkan hasil penelitian diatas debit air kotor untuk Desa Kebonadem yang dibagi menjadi 4 wilayah yaitu wilayah I, II, III dan IV yang memiliki masing-masing luas wilayah 51,0879 ha, 119,5168 ha, 88,2173 ha dan 41,6579 ha dengan jumlah

penduduk 799 jiwa, 315 jiwa, 455 jiwa dan 865 jiwa dengan asumsi air buangan 90% dari kebutuhan air bersih sebesar 150 lt/hari/jiwa dan mendapatkan hasil debit air kotor sebesar 0,00002715 m³/s/jiwa, 0,00000458 m³/s/jiwa, 0,00000895 m³/s/jiwa dan 0,00003605 m³/s/jiwa. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Heri Suryaman (2013) memiliki luas wilayah 1,5929 Km² dengan jumlah penduduk 1005 jiwa dan asumsi buangan air kotor sebesar 80% dari kebutuhan air bersih sebesar 100 lt/hari/jiwa dan mendapatkan besar debit air kotor 0,0093100 m³/s/jiwa.

d. Saluran Penampang Persegi Ekonomis

Dimensi saluran berbentuk persegi yang ekonomis dapat direncanakan setelah mengetahui debit aliran pada tiap saluran. Berikut perhitungan penampang berbentuk persegi yang ekonomis:

Wilayah I

$$\text{Luas Penampang (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b \times 2h$$

$$R = \frac{h}{2}$$

Debit yang digunakan adalah berdasarkan Q hidrologi 5 tahun Wilayah I

Diketahui:

$$Q \text{ hidrologi} = 3,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ hidrolika} = 2,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,015 \text{ (Beton)}$$

$$S = 0,009$$

$$Q = A \times V$$

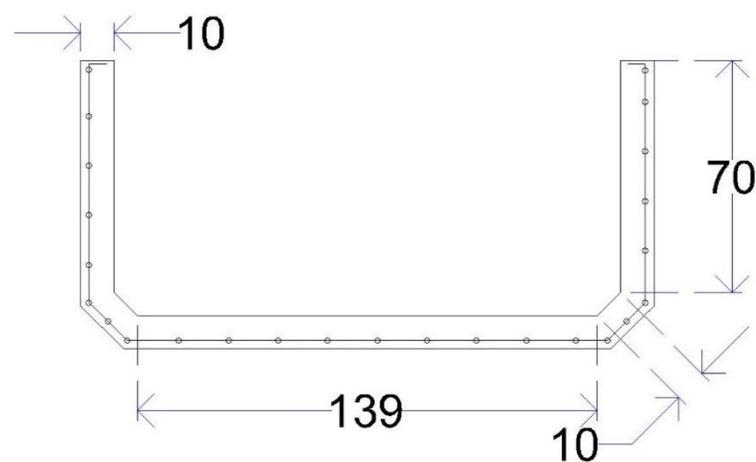
$$Q = b \times h \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned}
 3,02 &= 2h \times h \times \frac{1}{0,015} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,009^{\frac{1}{2}} \\
 3,02 &= 2h \times h \times 66,6667 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,094868 \\
 3,02 &= 2h^2 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 6,3246 \\
 \frac{3,02}{6,3246} &= 2h^2 \times \frac{h^{\frac{2}{3}}}{1,587} \\
 0,478293 &= 1,260 \times h^{\frac{2}{3}} \\
 h^{\frac{2}{3}} &= 0,3796 \\
 h &= 0,7 \approx 0,7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar dasar saluran (b) :

$$\begin{aligned}
 b &= 2h \\
 b &= 2 \times 0,7 \\
 b &= 1,39 \text{ m}
 \end{aligned}$$

jadi dimensi saluran ekonomis untuk wilayah I adalah tinggi (h) = 0,7 m dan lebar permukaan (b) = 1,39 m.



Gambar 4. 10 Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah I
Sumber : Hasil Analisis

Wilayah II

$$\text{Luas Penampang (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b \times 2h$$

$$R = \frac{h}{2}$$

Debit yang digunakan adalah berdasarkan Q hidrologi 5 tahun Wilayah I

Diketahui:

$$Q \text{ hidrologi} = 4,58 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ hidrolika} = 2,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,015 \text{ (lumpur alluvial)}$$

$$S = 0,009$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = b \times h \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$4,58 = 2h \times h \times \frac{1}{0,025} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,009^{\frac{1}{2}}$$

$$4,58 = 2h \times h \times 66,6667 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,094868$$

$$4,58 = 2h^2 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 6,3246$$

$$\frac{4,58}{6,3246} = 2h^2 \times \frac{h^{\frac{2}{3}}}{1,587}$$

$$0,723752 = 1,260 \times h^{\frac{2}{3}}$$

$$h^{\frac{2}{3}} = 0,5744$$

$$h = 0,81 \approx 0,81 \text{ m}$$

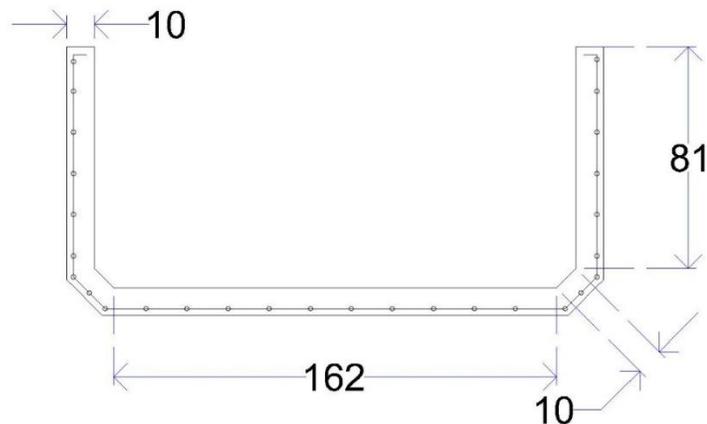
Lebar dasar saluran (b) :

$$b = 2h$$

$$b = 2 \times 0,81$$

$$b = 1,62 \text{ m}$$

jadi dimensi saluran ekonomis untuk wilayah I adalah tinggi (h) = 0,81 m dan lebar permukaan (b) = 1,62 m.



Gambar 4. 11 Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah II
Sumber : Hasil Analisi

Wilayah III

$$\text{Luas Penampang (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b + 2h$$

$$R = \frac{h}{2}$$

Debit yang digunakan adalah berdasarkan Q hidrologi 5 tahun Wilayah I

Diketahui:

$$Q \text{ hidrologi} = 6,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ hidrolika} = 4,08 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,025 \text{ (lumpur alluvial)}$$

$$S = 0,009$$

$$Q = A \times V$$

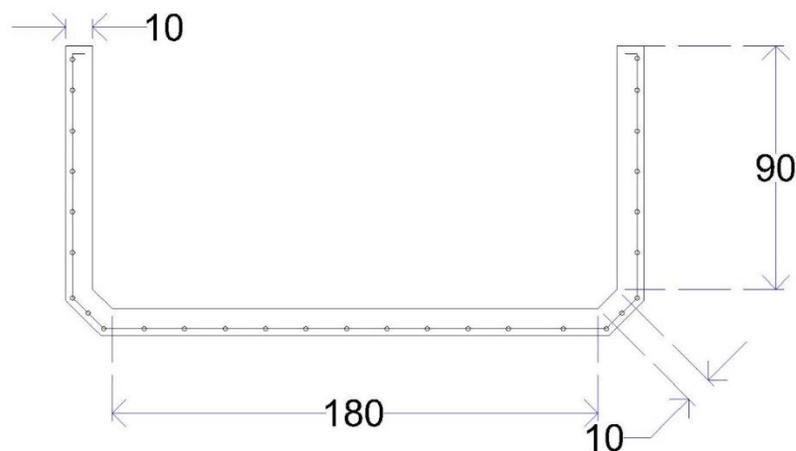
$$Q = b \times h \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned}
 6,04 &= 2h \times h \times \frac{1}{0,025} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,009^{\frac{1}{2}} \\
 6,04 &= 2h \times h \times 66,6667 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,094868 \\
 6,04 &= 2h^2 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 6,3246 \\
 \frac{6,04}{6,3246} &= 2h^2 \times \frac{h^{\frac{2}{3}}}{1,587} \\
 0,954956 &= 1,260 \times h^{\frac{2}{3}} \\
 h^{\frac{2}{3}} &= 0,7579 \\
 h &= 0,90 \approx 0,90 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar dasar saluran (b) :

$$\begin{aligned}
 b &= 2h \\
 b &= 2 \times 0,90 \\
 b &= 1,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

jadi dimensi saluran ekonomis untuk wilayah I adalah tinggi (h) = 0,90 m dan lebar permukaan (b) = 1,80 m.



Gambar 4. 12 Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah III
Sumber : Hasil Analisis

Wilayah IV

$$\text{Luas Penampang (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b \times 2h$$

$$R = \frac{h}{2}$$

Debit yang digunakan adalah berdasarkan Q hidrologi 5 tahun Wilayah I

Diketahui:

$$Q \text{ hidrologi} = 2,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ hidrolika} = 1,63 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,015 \text{ (lumpur alluvial)}$$

$$S = 0,009$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = b \times h \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$2,28 = 2h \times h \times \frac{1}{0,025} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,009^{\frac{1}{2}}$$

$$2,28 = 2h \times h \times 66,6667 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,094868$$

$$2,28 = 2h^2 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 6,3246$$

$$\frac{2,28}{6,3246} = 2h^2 \times \frac{h^{\frac{2}{3}}}{1,587}$$

$$0,360643 = 1,260 \times h^{\frac{2}{3}}$$

$$h^{\frac{2}{3}} = 0,2862$$

$$h = 0,63 \approx 0,63 \text{ m}$$

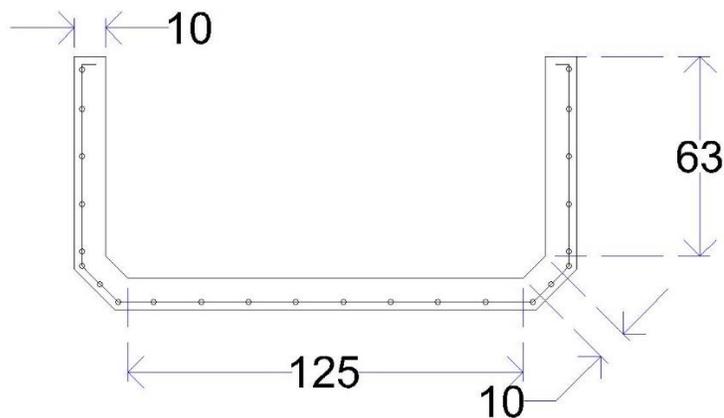
Lebar dasar saluran (b) :

$$b = 2h$$

$$b = 2 \times 0,63$$

$$b = 1,25 \text{ m}$$

jadi dimensi saluran ekonomis untuk wilayah I adalah tinggi (h) = 0,63 m dan lebar permukaan (b) = 1,25 m.



Gambar 4. 13 Saluran Penampang Persegi Ekonomis Wilayah IV
Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4.20 Rekapitulasi Dimensi Saluran Persegi Ekonomis

No.	Q hidrolika	Q hidrologi	n	s	h	b	Q Hidrolika 2
1	2,51	3,02	0,015	0,009	0,70	1,39	3,024992054
2	2,07	4,58	0,015	0,009	0,81	1,62	4,57740833
3	4,08	6,04	0,015	0,009	0,90	1,80	6,039673031
4	1,63	2,28	0,015	0,009	0,63	1,25	2,280276932

Sumber : Hasil Analisis

e. Pembahasan Sumur Resapan

Berdasarkan data perhitungan saluran penampang ekonomis, maka jumlah sumur yang dibutuhkan tidak ada karena debit hidrologi sama dengan debit hidrolika dengan kata lain saluran drainase mampu menampung debit hidrologi yang direncanakan, pembahasan ini akan dilakukan dengan asumsi yang berbeda dengan membedakan faktor geometri sumur (F) dan diameter sumurnya (R), berikut pembahasannya :

Pada hasil penelitian di rencanakan diameter sumur sebesar 0,75 m dan nilai F 5,5. Dengan acuan tabel 2.14 akan digunakan sumur dengan kondisi 4 dengan nilai F sebesar 13,329 dan diameter 0,3 m, berikut perhitungannya :

$$R = 0,75 \text{ m}$$

$$K = 0,043648 \text{ m/jam}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

$$Q \text{ Selisih} = 0,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan faktor geometric sumur, di Desa Kebonadem akan menggunakan menggunakan sumur tipe 4 yang tertera pada tabel 2.14, maka perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_0 &= F \times K \times H \Rightarrow 13,329 \times R \times K \times H \\ &= 13,329 \times 0,3 \times 0,043648 \times 2 \\ &= 0,349067588 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Karena jenis tanah wilayah penelitian merupakan tanah lanau dan sumur resapan dengan dinding porus, perhitungan kedalaman sumur resapan menurut SNI 8456:2017 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q \text{ selisih}}{5 \cdot \pi \cdot R \cdot K} \\ &= \frac{0,52}{5 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 0,043648} \\ &= 2,522064741 \text{ m} \end{aligned}$$

Dapat dibuat 2 buah sumur dengan kedalaman $H = 2 \text{ m}$, diameter $R = 0,3$

Maka : $2 \times 2 = 4 \text{ m} > 2,522064741 \text{ m}$ OK.

Dengan perbedaan pada diameter dan nilai F didapat hasil sebagai berikut dalam tabel.

Tabel 4. 21 Tabel Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Percobaan Sumur Resapan

Hasil Percobaan									
No.	Nama Wilayah	F	R m	K m/jam	H m	Qo (m ³ /jam)	Q Selisih (m ³ /s)	H Hitung m	Jumlah
1	Wilayah I	13,329	0,3	0,043647634	2	0,349067588	0,52	2,522064741	2
2	Wilayah II	13,329	0,3	0,043647634	2	0,349067588	2,50	12,17732243	6
3	Wilayah III	13,329	0,3	0,043647634	2	0,349067588	1,96	9,518229289	5
4	Wilayah IV	13,329	0,3	0,043647634	2	0,349067588	0,65	3,150720973	2
Hasil Analisis									
No.	Nama Wilayah	F	R m	K m/jam	H m	Qo (m ³ /jam)	Q Selisih (m ³ /s)	H hitung m	Jumlah
1	Wilayah I	5,5	0,75	0,043647634	2	0,36009298	0,52	1,00883	1
2	Wilayah II	5,5	0,75	0,043647634	2	0,36009298	2,50	4,87093	3
3	Wilayah III	5,5	0,75	0,043647634	2	0,36009298	1,96	3,80729	2
4	Wilayah IV	5,5	0,75	0,043647634	2	0,36009298	0,65	1,26029	1

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel tersebut bisa kita lihat terdapat pada debit tamping sumur resapan (Qo) dan jumlah yang dibutuhkan, hasil percobaan membutuhkan jumlah sumur lebih banyak dari hasil analisis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Besar curah hujan rancangan kala ulang 5 dan 10 tahun di lokasi studi sebesar 62,51 mm dan 76,50 mm
- b. Besar debit banjir masing-masing Wilayah I, II, III, dan IV di lokasi studi berdasarkan data curah hujan Q_5 adalah 3,025 m³/s, 4,577 m³/s, 6,040 m³/s dan 2,280 m³/s.
- c. Besar debit air kotor masing-masing Wilayah I, II, III dan IV di lokasi studi sebesar 0,00002715 m³/detik/orang, 0,00000458 m³/detik/orang, 0,00000895 m³/detik/orang dan 0,00003605 m³/detik/orang dengan proyeksi penduduk pada tahun 2021 dengan jumlah 799 jiwa, 315 jiwa, 455 jiwa dan 865 jiwa. Kapasitas tampungan drainase eksisting masing-masing Wilayah I, II, III dan IV di lokasi studi berdasarkan data curah hujan Q_5 adalah 2,51 m³/s, 2,07 m³/s, 4,08 m³/s dan 1,63 m³/s. Sehingga pada Wilayah I, II, III dan IV tidak mampu menampung debit banjir total berdasarkan Q_5 tahun.
- d. Kebutuhan sumur resapan yaitu pada Wilayah I dengan diameter 0,75 m, kedalaman 2,0 m dengan jumlah 1 buah dan debit yang ditampung oleh sumur resapan Q_0 sebesar 0,360093 m³/jam, Wilayah II dengan diameter 0,75 m, kedalaman 3,0 m dengan jumlah 3 buah dan debit yang ditampung oleh sumur

resapan Q_0 sebesar $0,360093 \text{ m}^3/\text{jam}$, Wilayah III dengan diameter $0,75 \text{ m}$, kedalaman $3,0 \text{ m}$ dengan jumlah 2 buah dan debit yang ditampung oleh sumur resapan Q_0 sebesar $0,360093 \text{ m}^3/\text{jam}$, dan Wilayah IV dengan diameter $0,75 \text{ m}$, kedalaman 2 m dengan jumlah 1 buah dan debit yang ditampung oleh sumur resapan Q_0 sebesar $0,360093 \text{ m}^3/\text{jam}$.

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang ingin disampaikan penulis terkait dengan permasalahan di atas antara lain :

- a. Kepada masyarakat untuk turut memelihara saluran drainase yang ada, sehingga saluran tersebut dapat berfungsi secara maksimal.
- b. Untuk wilayah pesawahan di Desa Kebonadem dengan luas wilayah kurang lebih $1,8 \text{ Km}^2$ agar dibuatkan saluran drainase sebagai alur pembuangan air yang lebih tertata dan menjadikan sungai Waridin sebagai tampungan terakhir yang kemudian dialirkan ke laut.
- c. Penerapan sumur resapan merupakan tindakan yang perlu di realisasikan, sebagai suatu upaya memperkecil genangan air atau bahaya banjir yang tidak kita ketahui kapan datangnya dan mencegah menurunnya permukaan air tanah serta dalam rangka mewujudkan pemukiman yang berwawasan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

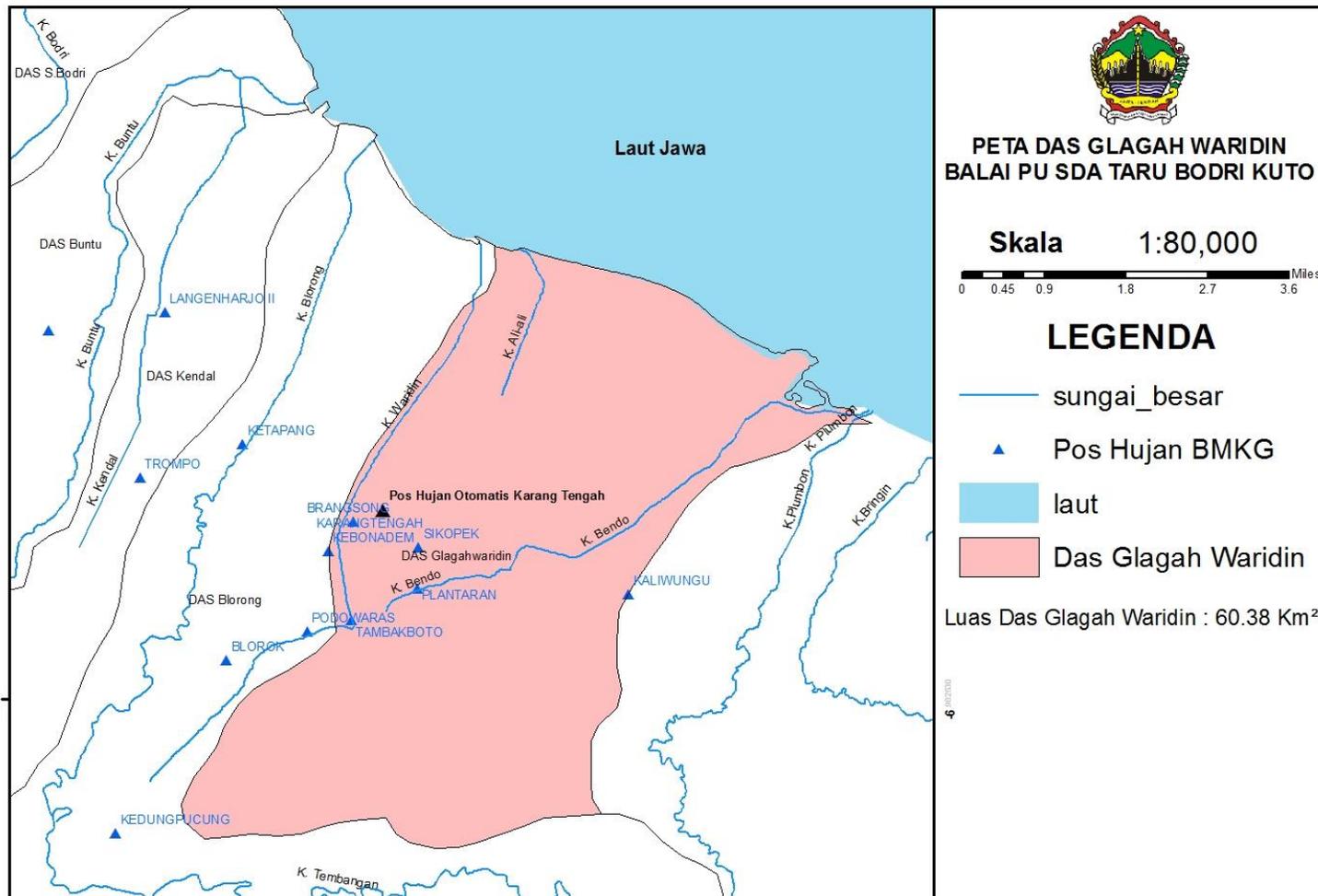
- Badan Pusat Statistik. 2010. Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk Dan Angkatan Kerja. Jakarta. 127 hal.
- Bayu. W., Pitojo. T. J., & Dian. S. 2018. Analisa Kinerja Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir dan Genangan Berbasis Konservasi Air Di Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro. Jurnal Teknik Pengairan. Nomor 2 Volume 9: 70-81.
- Blognya Lorens. 2014. “Bentuk dan Dimensi Saluran Terbuka”.
http://lorenskambuaya.blogspot.com/2014/05/bentuk-dan-dimensi-saluran-terbuka_18.html. Diakses pada 26 mei 2021 Pukul 22.00 WIB.
- Deffi. Y., Faradillah. S. Analisa Kebutuhan Sumur Resapan Dalam Rangka Konservasi Air Di Wilayah Perumahan Margorejo Indah Kota Surabaya. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Kustamar. 2019. Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian, Urban dan Pesisir, Penerbit Dream Litera, Malang.
- Eva. R., Ussy. A., & Evi. N. C. 2017. Analisa Kapasitas Tampung Saluran Drainase Akibat Pengaruh Limpasan Permukaan Kecamatan Kota Sumenep. Jurnal Teknik Pengairan. Nomor 2 Volume 8: 214-221.

- Fajar. P. H., Rheza. F. 2016. “Analisis Hidrologi Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta”. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Fitri Annisa. 2019. “Penerapan Metode Eksponensial Pada Proyeksi Laju Pertumbuhan Penduduk Di Kota Medan”. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Herdeman Martson. Y. P. S. 2014. “Optimasi Jumlah Sumur Resapan Di Wilayah Kota Batu”. Skripsi. Institut Teknologi Nasional. Malang.
- Krisman. P. M. 2018. “Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya (Studi Kasus: Lingkungan Jalan Nusantara Raya Perumnas 3 Kota Bekasi)”. Skripsi. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Lubis Fadzrizal. 2016. Analisa Frekuensi Curah Hujan Terhadap Kemampuan Drainase Pemukiman Di Kecamatan Kandis. Jurnal Teknik Sipil Siklus. Nomor 1 Volume 2: 34-36.
- M. Aria. S., Lazuardi. B. M. 2017. “Evaluasi Sistem Drainase Saluran Sekunder Gayung Kebonsari Kota Surabaya”. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- M. Ariandi H.A. 2014. Studi Perencanaan Drainase Induk Kota Banda Aceh Pada Zona II Di Kecamatan Kuta Raja Dan Baiturrahman. Jurnal Universitas Brawijaya.
- Pengadaan. 2020. “Drainase: Perencanaan dan Permasalahan Sistem Drainase Di Wilayah Perkotaan”. <https://www.pengadaan.web.id/2020/03/drainase-perkotaan.html>. Diakses pada 06 mei 2021 Pukul 23.00 WIB.
- Soewarno. 1995. Hidrologi, Penerbit NOVA, Bandung.

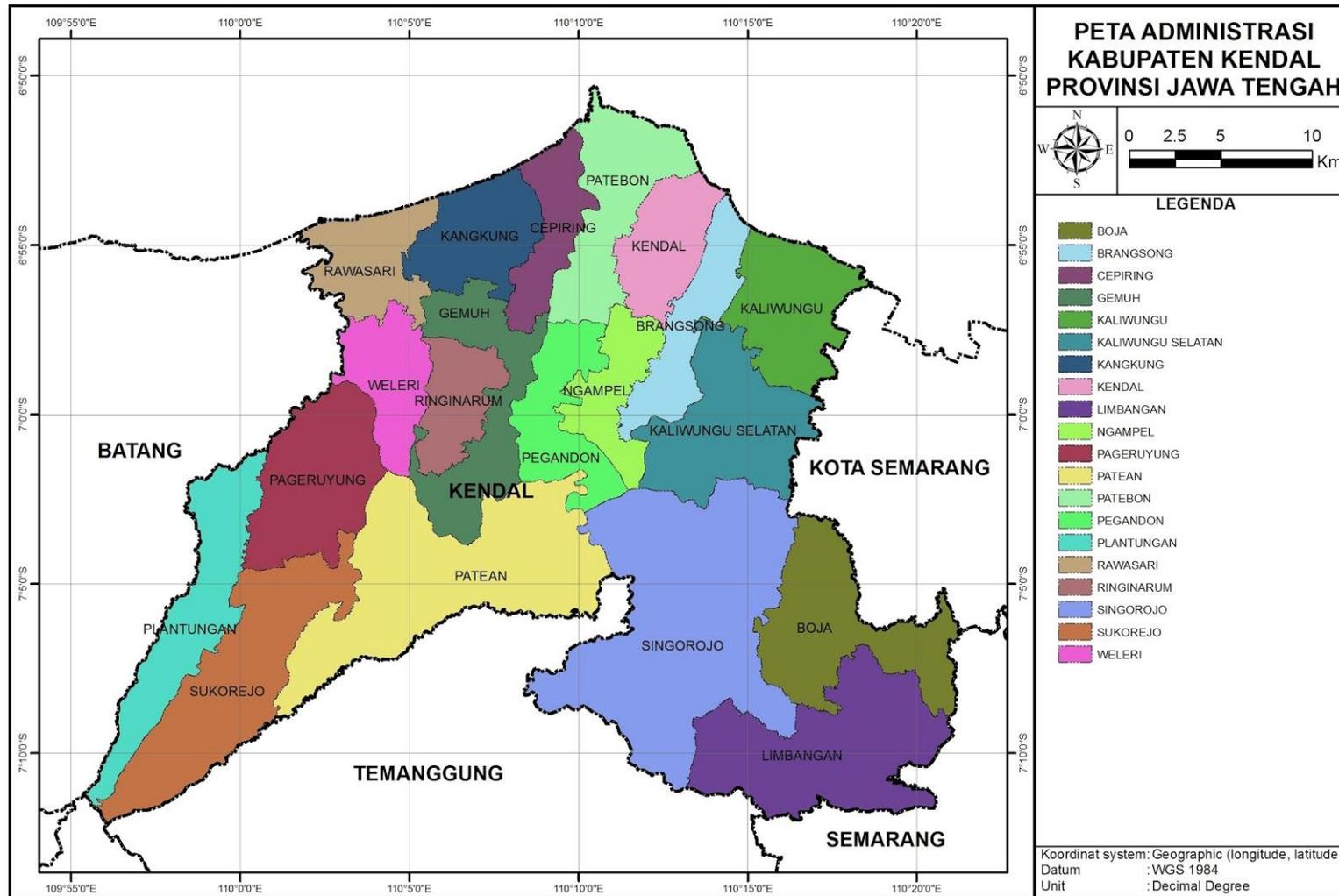
- Suprpto , Dibiyosaputro dan Widyanto . (1994) . Kelas Lama Penggenangan Akibat Banjir . Yogyakarta . Laporan Penelitian : Fakultas Geografi UGM.
- Suripin. 2003.2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Suryaman Heri. 2013. Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo. Jurnal Penelitian. Nomor 2 Volume 02: 0-7.
- Suyono Sosrodarsono. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan, Penerbit P.T Pardnya Paramita, Jakarta.
- Teknik Sipil. 2017. “Jenis-Jenis Drainase Perkotaan”. <http://teknik-sipil-referensi.blogspot.com/2017/02/jenis-jenis-drainase-perkotaan.html>. Diakses pada 13 april 2021 pukul 21.30 WIB.
- Togani. C. U., Rini. K. 2016. Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness Of Fit Test. Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan. Nomor 2 Volume 18 : 139-148.
- Triatmodjo. B. 1993. Hidraulika II. Penerbit Beta Offset. Yogyakarta.
- Werolika Dian. 2012. “Analisa Koefisien Limpasan pada Persamaan Rasional untuk Menghitung Debit Banjir Rencana di DAS Bangga”. Skripsi. Universitas Tadulako. Sulawesi Tengah.
- Widhita. S. H. 2015. “Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Di Wilayah Jombang”. Skripsi. Institut Teknologi Nasional. Malang.
- Yudha. F. 2009. “Analisis Sistem Drainase Medokan Terhadap Fluktuasi Debit Kali Wonokromo”. Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.

LAMPIRAN

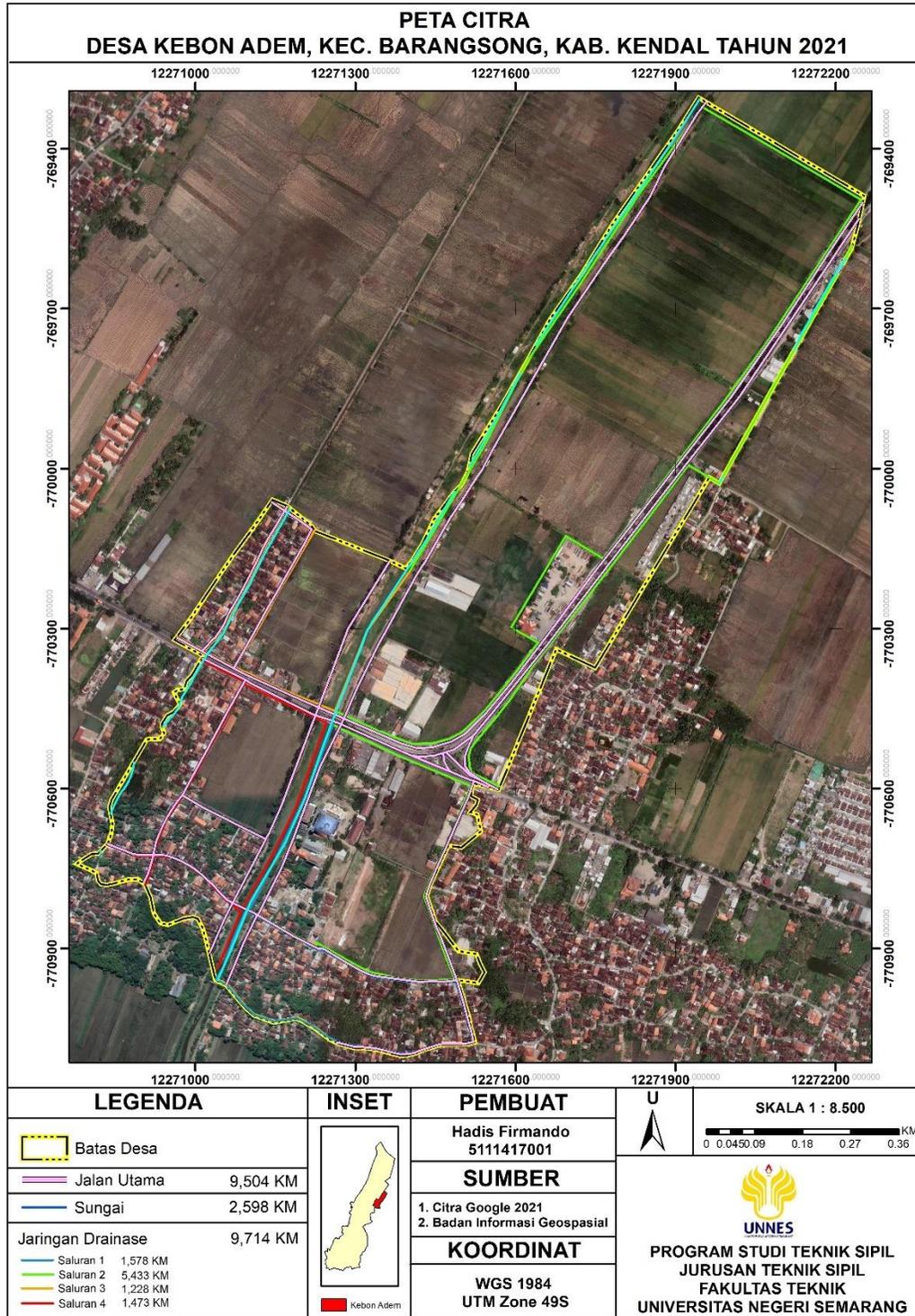
Lampiran 1 Peta DAS Glagah Waridin



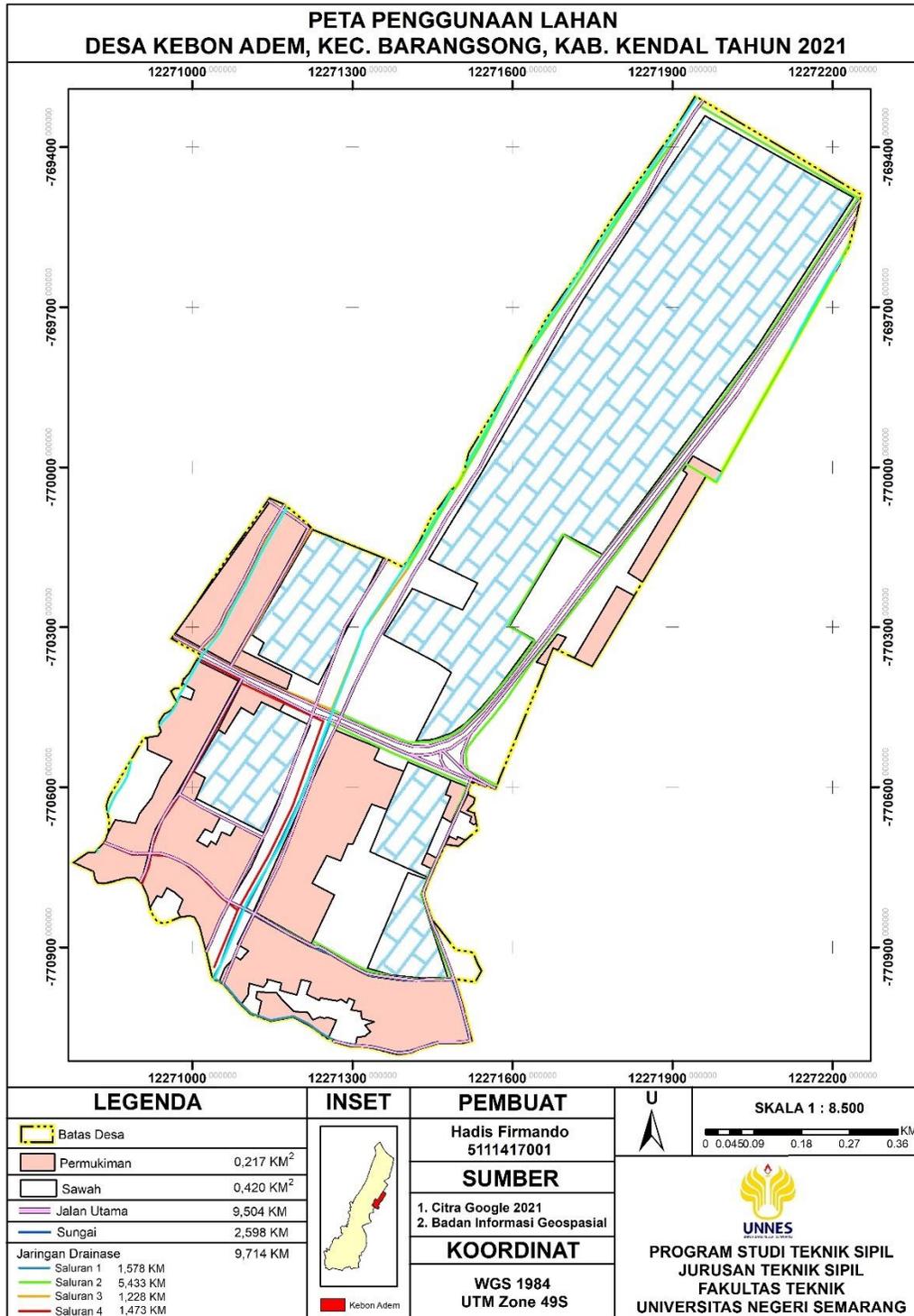
Lampiran 2 Peta Administrasi Kabupaten Kendal



Lampiran 3 Peta Citra Desa Kebonadem



Lampiran 4 Peta Tata Guna Lahan Desa Kebonadem



Lampiran 5 Peta Jaringan Drainase Desa Kebonadem

