

**PENERAPAN *ECODRAINAGE* DENGAN METODE LUBANG RESAPAN
BIOPORI (LRB) UNTUK MEREDUKSI GENANGAN
DI DESA KUREKSARI KECAMATAN WARU**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

YASMIN FADHILAH PUTRI PRASETYO

NIM. H75219034

Dosen Pembimbing:

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.

Rr. Diah Nugraheni S., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo
Nim : H75219034
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“PENERAPAN *ECODRAINAGE* DENGAN METODE LUBANG RESAPAN BIOPORI (LRB) UNTUK MEREDUKSI GENANGAN DI DESA KUREKSARI KECAMATAN WARU”**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Yang menyatakan



(Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo)
NIM.H75219034



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300

E-Mail : saintek@uinsby.ac.id Website : www.uinsby.ac.id

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
SIDANG TUGAS AKHIR**

Nama : Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo
NIM : H75219034
Judul Tugas Akhir : Penerapan *Ecodrainage* dengan Metode Lubang Resapan Biopori (LRB) Untuk Mereduksi Genangan di Desa Kureksari Kecamatan Waru

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir.

Surabaya, 26 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.

NIP.198503222014032003

Rr. Diah Nugraheni S., M.T

NIP.198205012014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR

Nama : Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo
NIM : H75219034
Judul : Penerapan *Ecodrainage* dengan Metode Lubang Resapan Biopori (LRB)
untuk Mereduksi Genangan di Desa Kureksari Kecamatan Waru

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi
Di Surabaya, 7 Juli 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Penguji I



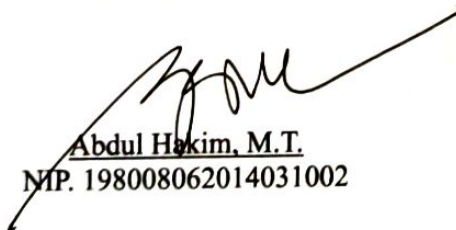
Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
NIP. 198503222014032003

Penguji II



Rr. Diah Nugraheni S., M.T.
NIP. 198205012014032001

Penguji III



Abdul Hakim, M.T.
NIP. 198008062014031002

Penguji IV



Ir. Sulistiya Nengse, S.T., M.T.
NIP. 199010092020122019

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Sunan Ampel Surabaya



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : YASMIN FADHILAH PUTRI PRASETYO
NIM : H75219034
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : yasminprasetyo3@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PENERAPAN ECODRAINAGE DENGAN METODE LUBANG RESAPAN BIOPORI

(LRB) UNTUK MEREDUKSI GENANGAN DI DESA KUREKSARI KECAMATAN

WARU

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Penulis



(YASMIN FADHILAH P. P.)

ABSTRAK
PENERAPAN *ECODRAINAGE* DENGAN METODE LUBANG RESAPAN
BIOPORI (LRB) UNTUK MEREDUKSI GENANGAN
DI DESA KUREKSARI KECAMATAN WARU

Kejadian banjir yang sering terjadi di Desa Kureksari, Kecamatan Waru disebabkan oleh beberapa faktor seperti padatnya permukiman penduduk, banyaknya tumpukan sampah, sedimentasi, curah hujan yang tinggi dan air sungai yang meluap. Sehingga, dibutuhkannya suatu alternatif yang dapat membantu mengurangi genangan yang terjadi salah satunya yaitu ekodrainase dengan metode lubang resapan biopori. Penerapan lubang resapan biopori dilakukan setelah mengevaluasi saluran drainase dengan ketentuan debit drainase saluran eksisting harus lebih besar dari debit rencana ($Q_{rencana} < Q_{eksisting}$). Kemudian, saluran drainase yang menunjukkan hasil evaluasi “Tidak Aman” dianalisis kebutuhan lubang resapan biopori di setiap salurannya dan dihitung presentase reduksi limpasannya. Hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat 66 saluran drainase yang “Tidak Aman” dari 281 saluran drainase yang diteliti. Setelah dilakukan analisis penerapan lubang resapan biopori yaitu apabila lubang resapan biopori dibuat dengan diameter 4 inch, kedalaman 100 cm, dan jarak antar lubang 50 cm sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan di sepanjang saluran drainase, dapat diketahui bahwa di 30 saluran drainase yang “Tidak Aman” penerapan lubang resapan biopori dapat membantu mereduksi genangan, sedangkan 36 saluran drainase lainnya tetap mengalami kelebihan air. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa dengan penerapan lubang resapan biopori (LRB) di Desa Kureksari Kecamatan Waru dapat mereduksi genangan sebanyak 58,44% dari total seluruh genangan yang ada.

Kata Kunci: Banjir, ekodrainase, lubang resapan biopori

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT
APPLICATION OF ECODRAINAGE WITH THE BIO-PORE
INFILTRATION HOLE (LRB) METHOD TO REDUCE
INUNDATION IN KUREKSARI VILLAGE,
WARU DISTRICT

Floods that often occur in Kureksari Village, Waru District, are caused by several factors, such as dense residential areas, large piles of garbage, sedimentation, high rainfall, and overflowing river water. Thus, an alternative is needed to help reduce inundation, including eco drainage with the bio-pore infiltration hole method. The application of bio-pore infiltration holes is carried out after evaluating the drainage channel with the provision that the drainage discharge of the existing channel must be greater than the planned discharge ($Q_{\text{plan}} < Q_{\text{existing}}$). Then, the drainage channels showing the results of the "Not Safe" evaluation were analyzed for the need for bio pore infiltration holes in each channel, and the percentage of runoff reduction was calculated. The study results found 66 "Not Safe" drainage channels out of the 281 drainage channels studied. After analyzing the application of bio-pore infiltration holes, namely if the bio-pore infiltration holes are made with a diameter of 4 inches, a depth of 100 cm, and a distance between holes of 50 cm following the provisions of the Minister of State for the Environment Number 12 of 2009 concerning Utilization of Rainwater along drainage canals, it can be It is known that in 30 "Not Safe" drainage channels the application of bio-pore infiltration holes can help reduce inundation, while the other 36 drainage channels still experience excess water. So, applying bio-pore infiltration holes (BIH) in Kureksari Village, Waru District, can reduce inundation by as much as 58.44% of the total existing inundation.

Keywords: Flood, eco drainage, bio-pore infiltration hole

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Drainase.....	5
2.1.1 Jenis-Jenis Drainase	6
2.1.2 Pola Jaringan Drainase.....	9
2.1.3 Permasalahan yang Sering Terjadi pada Drainase.....	13
2.2 Drainase Berwawasan Lingkungan (<i>Ecodrainage</i>).....	13
2.3 Lubang Resapan Biopori (LRB).....	15
2.4 Konsep Hidrologi	18
2.5 Laju Infiltrasi Tanah	20
2.6 Analisis Hidrologi	25
2.6.1 Uji Konsistensi Data	25
2.6.2 Analisis Data Curah Hujan	26
2.6.3 Analisis Frekuensi Hujan.....	29
2.6.4 Debit Banjir Rencana.....	37
2.7 Hidrolika Saluran	38

2.8	Penelitian Terdahulu.....	41
BAB III METODE PENELITIAN		44
3.1	Rancangan Penelitian	44
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	44
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	46
3.4	Prosedur Penelitian.....	48
3.5	Analisis Data	51
3.5.1	Kondisi Drainase Eksisting.....	51
3.5.2	Debit Drainase	51
3.5.3	Evaluasi Sistem Drainase.....	57
3.5.4	Lubang Resapan Biopori (LRB).....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Kondisi Drainase Eksisting	59
4.2	Debit Drainase	67
4.2.1	Uji Konsistensi Data Curah Hujan.....	68
4.2.2	Debit Banjir Rencana.....	74
4.2.3	Debit Air Limbah.....	122
4.2.4	Debit Drainase Eksisting	132
4.3	Evaluasi Saluran Drainase.....	146
4.4	Penerapan Lubang Resapan Biopori	160
BAB V PENUTUP		203
5.1	Kesimpulan.....	203
5.2	Saran	203
DAFTAR PUSTAKA		205
LAMPIRAN 1: TABEL.....		208
LAMPIRAN 2: DOKUMENTASI DAN GAMBAR.....		212

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Paradigma Sistem Drainase	14
Tabel 2.2 Kriteria Laju Infiltrasi Tanah	21
Tabel 2.3 Hubungan Tekstur Tanah dan Laju Infiltrasi Tanah	22
Tabel 2.4 Metode Berdasarkan Jaring Stasiun Penakar Hujan.....	28
Tabel 2.5 Metode Berdasarkan Luas DAS	29
Tabel 2.6 Metode Berdasarkan Topografi DAS.....	29
Tabel 2.7 Periode Ulang Minimum yang Disarankan sebagai Banjir Rencana Yang Berkenaan dengan Genangan Banjir	29
Tabel 2.8 Parameter Analisis Frekuensi.....	30
Tabel 2.9 Nilai Variabel Reduksi Gauss (K_T)	31
Tabel 2.10 Nilai K_T Distribusi Log Normal	32
Tabel 2.11 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III	32
Tabel 2.12 Reduced Variate (Y_{Tr}).....	33
Tabel 2.13 Reduced Mean (Y_n)	33
Tabel 2.14 Reduced Standard Deviation (S_n)	34
Tabel 2.15 Syarat Parameter Statistik Suatu Distribusi.....	34
Tabel 2.16 Nilai Kritis (X^2) untuk Uji Chi-Kuadrat.....	35
Tabel 2.17 Nilai Kritis untuk Uji Smirnov-Kolmogorov	36
Tabel 2.18 Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Kondisi Daerah	37
Tabel 2.19 Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Sifat Permukaan Tanah	38
Tabel 2.20 Koefisien Kekasaran Manning (n)	40
Tabel 2.21 Penelitian Terdahulu.....	41
Tabel 3.1 Alat - Alat Penelitian.....	46
Tabel 3.2 Data Primer Penelitian.....	49
Tabel 3.3 Data Sekunder Penelitian	49
Tabel 3.4 Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga Per Orang Per Hari Menurut Kategori Kota.....	56
Tabel 4.1 Data Saluran Drainase di Lokasi Penelitian.....	61
Tabel 4.2 Data Curah Hujan Harian Maksimum 10 Tahun Terakhir.....	68
Tabel 4.3 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Bono.....	69

Tabel 4.4 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Ketegan	70
Tabel 4.5 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Seruni	71
Tabel 4.6 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Sedati	73
Tabel 4.7 Hujan Harian Maksimum Rata-Rata Metode Rata-Rata Aljabar	77
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hujan Harian Maksimum Rata-Rata	78
Tabel 4.9 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Parameter Statistik Data	79
Tabel 4.10 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Normal	80
Tabel 4.11 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Log Normal	81
Tabel 4.12 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Gumbel	82
Tabel 4.13 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III	84
Tabel 4.14 Curah Hujan Rencana Periode Ulang 2 Tahun Berdasarkan Beberapa Metode Distribusi Frekuensi	85
Tabel 4.15 Data Hujan Harian Maksimum Dari yang Terbesar Hingga Terkecil	85
Tabel 4.16 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Normal	88
Tabel 4.17 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Log Normal	89
Tabel 4.18 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Gumbel	89
Tabel 4.19 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Log Pearson Type III	89
Tabel 4.20 Perbandingan Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) dengan parameter Chi-Kuadrat kritis (X^2_{cr}) Antara Setiap Jenis Distribusi Frekuensi	90
Tabel 4.21 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks}) Metode Normal	91
Tabel 4.22 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks}) Metode Log Normal	92
Tabel 4.23 Interpolasi	93
Tabel 4.24 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks}) Metode Gumbel	93
Tabel 4.25 Interpolasi Nilai Peluang Teoritis	94
Tabel 4.26 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks}) Metode Log Pearson Type III	95
Tabel 4.27 Perbandingan Nilai ΔP maksimum dengan nilai ΔP kritis Antara Setiap Jenis Distribusi Frekuensi	96

Tabel 4.28 Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi	96
Tabel 4.29 Koefisien Limpasan (C) Setiap Saluran Drainase di Lokasi Penelitian	100
Tabel 4.30 Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun di Lokasi Penelitian	108
Tabel 4.31 Debit Banjir Rencana Periode Ulang 2 Tahun di Lokasi Penelitian	115
Tabel 4.32 Koefisien Korelasi (r) Metode Aritmatik	123
Tabel 4.33 Koefisien Korelasi (r) Metode Geometrik	124
Tabel 4.34 Koefisien Korelasi (r) Metode Least Square	124
Tabel 4.35 Perbandingan Koefisien Korelasi (r)	125
Tabel 4.36 Debit Air Limbah Periode Ulang 2 Tahun di Lokasi Penelitian	126
Tabel 4.37 Debit Drainase di Lokasi Penelitian	134
Tabel 4.38 Hasil Evaluasi Saluran Drainase di Lokasi Penelitian	147
Tabel 4.39 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 1	162
Tabel 4.40 Parameter Untuk Menentukan Nilai k	164
Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 1	165
Tabel 4.42 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 1	167
Tabel 4.43 Parameter Untuk Menentukan Nilai k	169
Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 1	171
Tabel 4.45 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2	173
Tabel 4.46 Parameter Untuk Menentukan Nilai k	174
Tabel 4.47 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2	176
Tabel 4.48 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 2	177
Tabel 4.49 Parameter Untuk Menentukan Nilai k	179
Tabel 4.50 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 2	181
Tabel 4.51 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 3	183
Tabel 4.52 Parameter Untuk Menentukan Nilai k	184
Tabel 4.53 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2	186
Tabel 4.54 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 3	188
Tabel 4.55 Parameter Untuk Menentukan Nilai k	189
Tabel 4.56 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 3	191
Tabel 4.57 Infiltrasi Tanah di Lokasi Penelitian	193

Tabel 4.58 Hasil Penerapan Lubang Resapan Biopori (LRB) di Lokasi Penelitian	195
---	-----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Drainase Sistem Gabungan.....	7
Gambar 2.2 Drainase Sistem Terpisah	7
Gambar 2.3 Pola Siku.....	10
Gambar 2.4 Pola Paralel	10
Gambar 2.5 Pola Grid Iron	11
Gambar 2.6 Pola Alamiah	11
Gambar 2.7 Pola Radial.....	12
Gambar 2.8 Pola Jaring-Jaring	12
Gambar 2.9 Ilustrasi Lubang Resapan Biopori	16
Gambar 2.10 Siklus Hidrologi.....	20
Gambar 2.11 Sketsa Analisis Kurva Masa Ganda Stasiun A dan B.....	26
Gambar 2.12 Bentuk-Bentuk Penampang Melintang Saluran Drainase	40
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	45
Gambar 3.2 Skema Penelitian	50
Gambar 3.3 Skema Analisis Data.....	58
Gambar 4.1 Peta Saluran Drainase	60
Gambar 4.2 Kurva Massa Ganda Stasiun Bono	70
Gambar 4.3 Kurva Massa Ganda Stasiun Ketegan.....	71
Gambar 4.4 Kurva Massa Ganda Stasiun Seruni	72
Gambar 4.5 Kurva Massa Ganda Stasiun Sedati.....	74
Gambar 4.6 Lokasi Penakar Hujan.....	75
Gambar 4.7 Peta Tata Guna Lahan.....	98
Gambar 4.8 <i>Catchment Area</i>	99
Gambar 4.9 Hasil Evaluasi Saluran Drainase.....	159
Gambar 4.10 Lokasi Uji Laju Infiltrasi Tanah	161
Gambar 4.11 Grafik Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 1	163
Gambar 4.12 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log (f-f _c) di Titik 1 Tanpa LRB	165
Gambar 4.13 Grafik Laju Infiltrasi Horton Tanpa LRB di Titik 1.....	167
Gambar 4.14 Grafik Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 1.....	169

Gambar 4.15 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log ($f-f_c$) di Titik 1 Dengan LRB	170
Gambar 4.16 Grafik Laju Infiltrasi Horton Dengan LRB di Titik 1	172
Gambar 4.17 Grafik Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2	174
Gambar 4.18 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log ($f-f_c$) di Titik 2 Tanpa LRB	175
Gambar 4.19 Grafik Laju Infiltrasi Horton Tanpa LRB di Titik 2.....	177
Gambar 4.20 Grafik Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 2.....	179
Gambar 4.21 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log ($f-f_c$) di Titik 2 Dengan LRB	180
Gambar 4.22 Grafik Laju Infiltrasi Horton Dengan LRB di Titik 2	182
Gambar 4.23 Grafik Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 3	184
Gambar 4.24 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log ($f-f_c$) di Titik 3 Tanpa LRB	185
Gambar 4.25 Grafik Laju Infiltrasi Horton Tanpa LRB di Titik 3.....	187
Gambar 4.26 Grafik Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 3.....	189
Gambar 4.27 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log ($f-f_c$) di Titik 3 Dengan LRB	190
Gambar 4.28 Grafik Laju Infiltrasi Horton Dengan LRB di Titik 3	192
Gambar 4.29 Hasil Evaluasi Saluran Drainase dengan LRB	198
Gambar 4.30 Contoh Penempatan LRB Pada Saluran Drainase “Aman”	200
Gambar 4.31 Contoh Penempatan LRB Pada Saluran Drainase “Tidak Aman”	201

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu pertumbuhan penduduk di Indonesia terus mengalami peningkatan. Hal ini dinyatakan berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia tahun 2023 yang mencatat rata-rata laju pertumbuhan penduduk per tahun 2020–2022 meningkat sebanyak 1,17%. Adanya peningkatan pertumbuhan penduduk yang terjadi mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air karena alih fungsi lahan yang terus meluas untuk permukiman penduduk, prasarana jalan (aspal semen, paving blok, dan konblok), dan saluran air yang merupakan bidang kedap sehingga kemampuan tanah dalam menyerap air ikut berkurang dan menyebabkan air yang tidak dapat meresap ke dalam tanah akan mengalir ke saluran drainase atau sungai (Brata & Nelistya, 2011). Kondisi drainase di suatu permukiman dapat menjadi salah satu penyebab genangan air atau banjir apabila saluran drainase tersebut tidak berfungsi dengan baik dalam menampung air, karena beberapa hal seperti kapasitas saluran yang tidak memadai atau terjadinya penumpukan sampah sehingga saluran tertutup dan menyumbat (Saidah dkk., 2021).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, drainase dapat didefinisikan sebagai prasarana yang memiliki fungsi untuk mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima, dimana sarana dan prasarana drainase dibentuk dalam satu kesatuan sistem teknis dan sistem nonteknis yang disebut sebagai sistem drainase. Sistem teknis pada sistem drainase merupakan jaringan drainase yang terdiri dari saluran drainase (induk/primer, sekunder, tersier, dan lokal), bangunan peresapan, bangunan tampungan dan sarana pelengkap lainnya yang berhubungan secara sistemik. Sedangkan, sistem non teknis pada sistem drainase merupakan komponen yang mendukung sistem teknis seperti pembiayaan, peran masyarakat, peraturan perundang-undangan, institusi, sosial, ekonomi dan budaya, serta kesehatan lingkungan.

Drainase di suatu permukiman merupakan komponen yang penting dan dibutuhkan agar terhindar dari genangan air yang dimana adanya genangan dapat merusak lingkungan dan membuat lingkungan menjadi kotor sehingga dapat menjadi sumber penyakit bagi manusia (Suripin, 2004). Kerusakan lingkungan tersebut dapat terjadi karena ulah manusia seperti yang tercantum dalam Al-Quran Surah Ar-Rum ayat 41 dimana Allah SWT berfirman:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: *“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”* (Q.S Ar-Rum:41).

Dari ayat tersebut dapat disimpulkan bahwa kerusakan lingkungan yang terjadi seperti banjir disebabkan karena ulah manusia itu sendiri, maka menjaga dan memelihara kondisi drainase yang menjadi salah satu penyebab banjir tersebut merupakan suatu hal yang harus dilakukan. Seperti halnya dengan memelihara dan menjaga kondisi saluran drainase yang ada di Desa Kureksari Kecamatan Waru

Desa Kureksari merupakan salah satu desa di Kecamatan Waru yang memiliki luas wilayah yaitu seluas 122,96 hektar, dimana wilayah tersebut 100% terdiri dari tanah kering (BPS, 2022). Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara ke salah satu perangkat desa, desa ini memiliki kondisi drainase yang kurang baik. Kondisi tersebut disebabkan karena beberapa faktor seperti padatnya permukiman penduduk, banyaknya tumpukan sampah sehingga menyumbat saluran, terdapat sedimentasi sehingga membuat drainase tidak mampu menampung kelebihan air dan air sungai meluap ketika curah hujan tinggi. Faktor penyebab tersebut yang menjadikan Desa Kureksari sering mengalami genangan air atau banjir. Dikutip dari detiknews, bahwa pada tanggal 29 Januari 2023 telah terjadi banjir di Desa Kureksari akibat curah hujan yang tinggi dan saluran drainase yang buruk (Faruq, 2023). Hal tersebut didukung dengan adanya laporan harian bencana oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Timur tahun 2023, yang melaporkan kejadian alam dan bencana di Wilayah Jawa Timur yang terjadi pada tanggal

29–30 Januari 2023 bahwa di Kabupaten Sidoarjo salah satunya di Desa Kureksari Kecamatan Waru telah terjadi genangan air dengan ketinggian 22–40 cm dan durasi banjir selama 29 jam yaitu mulai dari tanggal 29 Januari 2023 pukul 18.00 WIB hingga banjir surut total pada tanggal 30 Januari 2023 pukul 23.00 WIB.

Dari penjelasan latar belakang sebelumnya, penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian yang berjudul “Penerapan *Ecodrainage* Dengan Metode Lubang Resapan Biopori (LRB) Untuk Mereduksi Genangan di Desa Kureksari Kecamatan Waru” agar dapat mengetahui kinerja dari saluran drainase dan mengatasi permasalahan genangan air di Desa Kureksari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang tepat untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sistem drainase eksisting di Desa Kureksari Kecamatan Waru?
2. Berapa besar debit drainase di Desa Kureksari Kecamatan Waru?
3. Bagaimana evaluasi sistem drainase di Desa Kureksari Kecamatan Waru?
4. Bagaimana penerapan *ecodrainage* dengan metode lubang resapan biopori (LRB) untuk mereduksi genangan di Desa Kureksari Kecamatan Waru?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan dari rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi eksisting sistem drainase di Desa Kureksari Kecamatan Waru.
2. Menghitung besarnya debit drainase di Desa Kureksari Kecamatan Waru.
3. Mengevaluasi sistem drainase di Desa Kureksari Kecamatan Waru.
4. Menerapkan *ecodrainage* dengan metode lubang resapan biopori (LRB) untuk mereduksi genangan di Desa Kureksari Kecamatan Waru.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini berdasarkan dari latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagi Akademisi

Penelitian ini dapat dijadikan pengembangan ilmu pengetahuan dan wawasan mengenai sistem drainase di suatu daerah dan cara mengatasinya, serta dapat menjadi literatur penunjang bagi akademisi dalam melakukan penelitian yang serupa.

2. Bagi Pemerintah

Penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam melakukan evaluasi dan pengembangan terkait permasalahan sistem drainase di daerah terkait.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat dijadikan solusi untuk memecahkan permasalahan genangan air yang terjadi di daerah penelitian dan menambah pengetahuan masyarakat mengenai penerapan lubang resapan biopori.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan yang dijadikan fokus untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Evaluasi sistem drainase hanya meliputi saluran drainase yang berada di lingkungan Desa Kureksari Kecamatan Waru.
2. Data curah hujan yang digunakan yaitu data pada kurun waktu 10 tahun terakhir (2013–2022).
3. Evaluasi sistem drainase dilakukan dengan membandingkan besarnya debit rencana dan debit saluran eksisting.
4. Mengatasi masalah genangan air dengan menggunakan metode lubang resapan biopori (LRB).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase merupakan suatu sistem yang memiliki kaitan dengan penanganan permasalahan berupa kelebihan air, baik air yang berada di atas maupun di bawah permukaan tanah. Kata drainase (*drainage*) itu sendiri berasal dari kata kerja bahasa inggris yaitu '*to drain*' yang artinya mengeringkan atau mengalirkan (Gunadarma, 1997). Secara umum, definisi drainase adalah suatu tindakan teknis yang dilakukan untuk mengurangi kelebihan air yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun irigasi di suatu kawasan agar fungsi dari kawasan tersebut tidak terganggu (Suripin, 2004). Drainase secara teknis memiliki beberapa fungsi sebagai berikut (Saidah dkk., 2021):

1. Mengeringkan atau mengataskan bagian suatu kawasan dari adanya genangan dan membuang secepatnya ke saluran atau badan air terdekat.
2. Memberikan rasa aman bagi manusia dari kemungkinan terjadinya banjir serta meningkatkan estetika dan kesehatan lingkungan
3. Mengangkut atau menyalurkan air limbah
4. Meresapkan air permukaan ke dalam tanah untuk konservasi sumber daya air dan kelestarian air tanah
5. Melalui sistem drainase bawah permukaan dapat mengatur elevasi muka air tanah
6. Mengurangi kerusakan terhadap jalan dan bangunan yang disebabkan oleh banjir
7. Sebagai alternatif sumber air baku
8. Mencegah terjadinya erosi khususnya di daerah perbukitan.

Sistem drainase merupakan rangkaian dari beberapa bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air di suatu kawasan, sehingga kawasan tersebut dapat difungsikan secara optimal. Bangunan air tersebut apabila diurutkan dari hulu sistem drainase, tersusun dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*),

saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan yang terakhir yaitu badan air penerima (*receiving waters*). Selain bangunan-bangunan air tersebut, dalam suatu sistem drainase biasanya juga ditemukan bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, jembatan air, pintu-pintu air, bangunan pelimpah, dan stasiun pompa (Suripin, 2004).

2.1.1 Jenis-Jenis Drainase

Drainase terdiri dari beberapa jenis yang dapat dibedakan berdasarkan proses terbentuknya, sistem pengaliran, letak saluran drainase, konstruksi saluran drainase, dan tujuan pembangunannya. Jenis-jenis drainase tersebut adalah sebagai berikut (Saidah dkk., 2021):

1. Drainase berdasarkan Sejarah Terbentuknya

Berdasarkan sejarah terbentuknya drainase dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

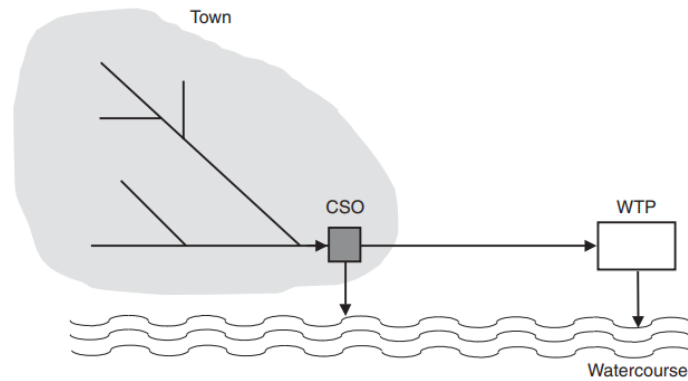
- a. Drainase alami merupakan drainase yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia dan material pembentuk saluran drainase jenis ini berupa tanah asli yang dilapisi rumput atau semak-semak. Drainase alami ini memiliki pola aliran air yang sulit dipelajari karena pembentukannya yang terjadi secara alami dengan pola tidak beraturan sehingga sifat alirannya pun tidak beraturan pula (Asmorowati dkk., 2021).
- b. Drainase buatan merupakan drainase yang terbentuknya secara buatan oleh manusia yang direncanakan sesuai dengan konsep drainase yaitu untuk mengalirkan limpasan air hujan maupun air buangan, dimana ilmu hidrologi dan ilmu hidrolika yang menjadi dasar dari perencanaan drainase buatan ini (Asmorowati dkk., 2021).

2. Drainase berdasarkan Sistem Pengalirannya

Berdasarkan sistem pengalirannya drainase dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

- a. Drainase dengan sistem gabungan, yaitu sistem drainase yang mengalirkan air gabungan antara air hujan dan air buangan

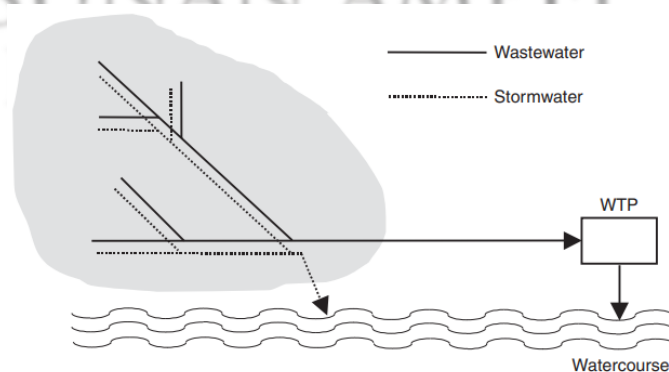
melalui satu saluran terbuka atau pipa-pipa yang sama (Saidah dkk., 2021). Gambaran dari drainase dengan sistem gabungan dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Drainase Sistem Gabungan

(Sumber: Butler & Davies, 2004)

- b. Drainase dengan sistem terpisah, yaitu sistem drainase yang mengalirkan air hujan dan air buangan secara terpisah pada masing-masing saluran tertutup maupun terbuka dan biasanya diletakkan secara berdampingan (Saidah dkk., 2021). Gambaran dari drainase dengan sistem terpisah dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Drainase Sistem Terpisah

(Sumber: Butler & Davies, 2004)

- c. Drainase dengan sistem hybrid, yaitu sistem drainase yang merupakan perpaduan antara sistem gabungan dan sistem terpisah, dimana ada sebagian saluran yang menggunakan sistem gabungan namun ada juga sebagian saluran yang menggunakan sistem terpisah. Sistem ini biasanya diterapkan karena faktor ketidaksengajaan yang terjadi karena adanya pengembangan suatu kawasan (Saidah dkk., 2021).
3. Drainase berdasarkan Letak Salurannya
- Berdasarkan letak salurannya drainase dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:
- a. Drainase permukaan (*surface drainage*) merupakan drainase yang letaknya di permukaan tanah dengan fungsinya yaitu untuk membuang kelebihan air di permukaan secepatnya agar tidak menimbulkan permasalahan seperti genangan air atau banjir (Asmorowati dkk., 2021).
 - b. Drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*) merupakan drainase yang letaknya di bawah permukaan tanah dengan tujuan untuk menurunkan air di bawah permukaan hingga dibawah zona perakaran, dimana drainase jenis ini banyak diterapkan pada lapangan golf dan lapangan sepak bola (Asmorowati dkk., 2021).
4. Drainase berdasarkan Konstruksi Salurannya
- Berdasarkan konstruksi salurannya drainase dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:
- a. Saluran terbuka merupakan jenis saluran drainase yang salurannya dibangun tanpa penutup dan cocok diterapkan pada kawasan yang tidak terlalu padat penduduk, namun drainase dengan jenis ini memiliki kekurangan yaitu mudahnya kotoran berupa sampah masuk ke dalam saluran dan dapat mengotori bahkan menghambat saluran tersebut (Asmorowati dkk., 2021).
 - b. Saluran tertutup merupakan jenis saluran drainase yang salurannya dibangun dengan menggunakan penutup saluran dan dapat dimanfaatkan sebagai trotoar untuk pejalan kaki. Saluran

drainase jenis ini cocok untuk digunakan di kota besar yang memiliki lahan terbatas (Saidah dkk., 2021).

5. Drainase berdasarkan Tujuan Pembangunannya

Berdasarkan tujuan pembangunannya drainase dapat dibedakan menjadi beberapa jenis sebagai berikut (Saidah dkk., 2021):

- a. Drainase untuk pertanian
- b. Drainase perkotaan
- c. Drainase jalan raya
- d. Drainase lapangan terbang
- e. Drainase lapangan olahraga
- f. Drainase pada lahan gambur
- g. Dan lain sebagainya.

Selain itu, jenis-jenis drainase juga dapat dibedakan berdasarkan fisiknya sebagai berikut (Sandhyavitri dkk., 2015):

1. Saluran primer, yaitu saluran yang menerima aliran air dari saluran-saluran sekunder yang kemudian air tersebut dialirkan langsung ke badan air.
2. Saluran sekunder, yaitu saluran yang menerima aliran air dari saluran-saluran tersier yang kemudian air tersebut dialirkan ke saluran primer.
3. Saluran tersier, yaitu saluran yang menerima aliran air langsung dari saluran pembuangan rumah-rumah.

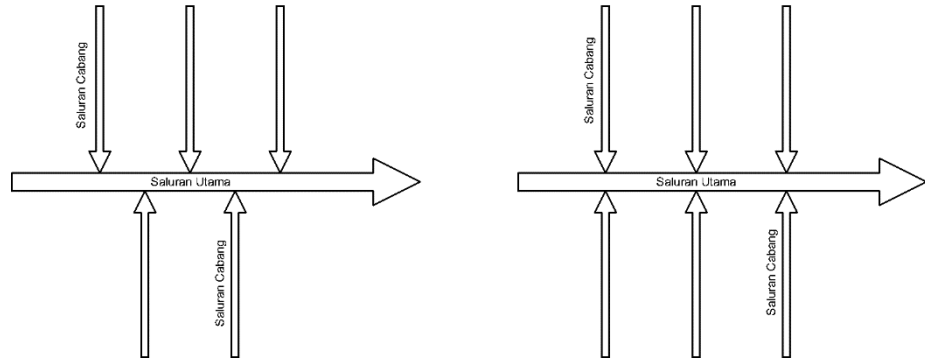
2.1.2 Pola Jaringan Drainase

Sistem drainase dalam proses pengalirannya saling terhubung dan akan membentuk suatu pola yang dinamakan pola jaringan drainase, dimana pola tersebut mengalir berdasarkan arah aliran air yaitu dari saluran sekunder ke saluran primer (utama). Pola jaringan drainase terbagi menjadi beberapa tipe pola sebagai berikut (Gunadarma, 1997):

1. Pola Siku

Pola ini biasanya dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi daripada sungai dan sungai berperan sebagai saluran

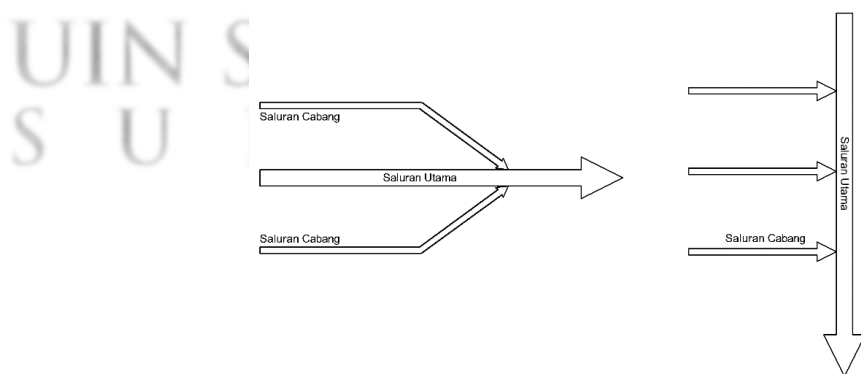
pembuang akhir yang biasanya berada di tengah kota. Gambaran dari pola siku dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Pola Siku
(Sumber: Gunadarma, 1997)

2. Pola Paralel

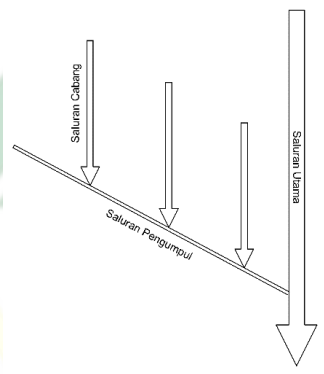
Jaringan drainase dengan pola ini memiliki arah aliran yaitu saluran primer (utama) terletak sejajar dengan saluran sekunder (cabang), dimana saluran sekunder terdiri dari jumlah yang cukup banyak dengan ukuran yang pendek sehingga apabila terjadi perkembangan pada kawasan tersebut maka saluran akan dapat menyesuaikan diri. Gambaran dari pola paralel dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Pola Paralel
(Sumber: Gunadarma, 1997)

3. Pola *Grid Iron*

Pola jaringan ini biasanya dibentuk untuk daerah yang letak sungainya di pinggir kota, sehingga saluran-saluran sekunder (cabang) akan berkumpul terlebih dahulu ke arah saluran pengumpul yang kemudian akan dialirkan ke saluran utama. Gambaran dari pola *grid iron* dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut:

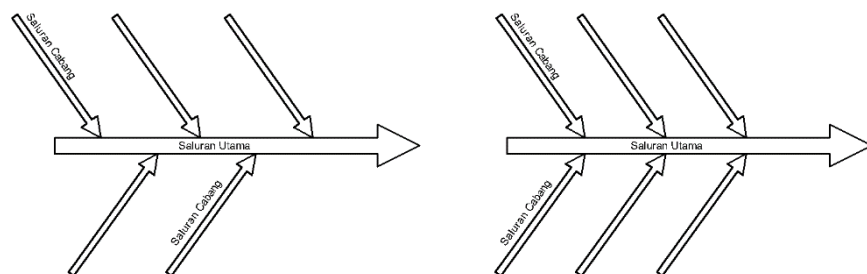


Gambar 2.5 Pola *Grid Iron*

(Sumber: Gunadarma, 1997)

4. Pola Alamiah

Pola jaringan ini memiliki arah aliran yang sama dengan pola siku, hanya yang membedakannya yaitu beban sungai pada pola ini lebih besar. Gambaran dari pola alamiah dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut:

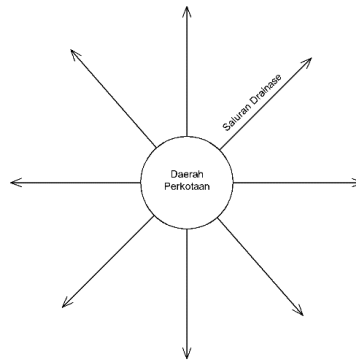


Gambar 2.6 Pola Alamiah

(Sumber: Gunadarma, 1997)

5. Pola Radial

Arah aliran dari pola ini tersebar atau berpentar ke segala arah dan biasanya pola jaringan ini terdapat pada daerah berbukit. Gambaran dari pola radial dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut:

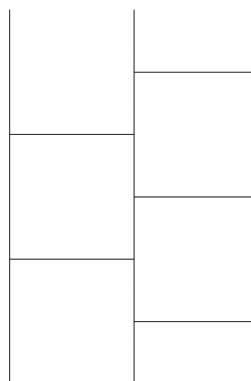


Gambar 2.7 Pola Radial

(Sumber: Asmorowati dkk., 2021)

6. Pola Jaring-Jaring

Pola ini memiliki saluran-saluran pembuang yang arah alirannya mengikuti arah jalan raya, dimana pola ini cocok diterapkan pada daerah yang memiliki topografi yang datar. Gambaran dari pola jarring-jaring dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.8 Pola Jaring-Jaring

(Sumber: Gunadarma, 1997)

2.1.3 Permasalahan yang Sering Terjadi pada Drainase

Drainase yang berada di suatu kawasan seringkali didapati tidak berfungsi dengan baik, misalnya seperti drainase yang kering dan ditumbuhi oleh tumbuhan, terdapat tumpukan sampah, sedimentasi yang tinggi, serta air yang meluap dari saluran drainase. Hal tersebut terjadi karena permasalahan-permasalahan berupa pertumbuhan penduduk yang tidak diimbangi dengan sarana dan prasarana yang memadai sehingga terjadi pemadatan area pemukiman dan pemanfaatan lahan yang tidak terkendali sehingga menyebabkan berkurangnya area resapan air, kurangnya tingkat kesadaran masyarakat dalam menjaga dan memelihara saluran drainase di sekitar lingkungannya, pelaksanaan hukum yang kurang konsisten dalam menghadapi permasalahan di kota salah satunya permasalahan drainase, kurangnya keterlibatan masyarakat dari awal pembangunan menjadi salah satu penyebab kegagalan berjalannya sistem drainase, dan yang terakhir yaitu permasalahan berupa pembangunan drainase yang didasari dengan koordinasi dan sinkronisasi yang lemah antara komponen infrastruktur dengan komponen lainnya. Permasalahan-permasalahan tersebut merupakan penyebab dari terjadinya banjir (Suripin, 2004). Banjir dapat didefinisikan sebagai suatu peristiwa bencana yang terjadi akibat meluapnya air dari batas tebing sungai dalam jangka waktu yang relatif singkat dan menyebabkan kerusakan atau kerugian bagi lingkungan maupun manusia yang terdampak (Sandhyavitri dkk., 2015). Dalam mengatasi permasalahan banjir dapat dilakukan upaya-upaya salah satunya mengurangi air permukaan limpasan kemudian memanfaatkannya dan meresapkan air hujan ke dalam tanah sebanyak-banyaknya, yang dikenal dengan istilah sistem drainase berwawasan lingkungan (*ecodrainage*) (Haribowo & Suhardjono, 2022).

2.2 Drainase Berwawasan Lingkungan (*Ecodrainage*)

Drainase berwawasan lingkungan atau ekodrainase merupakan drainase yang menerapkan konsep paradigma baru, dimana dalam proses pengalirannya

air tidak langsung dialirkan ke saluran atau badan air tetapi diresapkan terlebih dahulu ke dalam tanah sebagai bentuk konservasi sumber daya air dan mengurangi jumlah limpasan air sehingga dapat mencegah terjadinya genangan air atau banjir. Konsep drainase berwawasan lingkungan ini diterapkan karena drainase konvensional dianggap tidak lagi mampu dalam mengatasi permasalahan banjir akibat adanya alih fungsi lahan dan perubahan iklim yang menyebabkan saluran dan sungai sebagai penampung air yang terakhir akan terus menerima limpasan air yang cukup besar sehingga kemungkinan terjadinya banjir akan lebih besar. Sedangkan, upaya normalisasi sistem drainase, memperbesar kapasitas saluran, perbaikan dan penambahan jaringan hanya bertahan dalam jangka pendek dan kurang optimal untuk penggunaan dalam jangka panjang dan berkelanjutan (Haribowo & Suhardjono, 2022). Perbedaan antara sistem drainase dengan menerapkan konsep paradigma lama dan paradigma baru dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Perbedaan Paradigma Sistem Drainase

	Sistem Drainase Paradigma Lama	Sistem Drainase Paradigma Baru
Cara kerja	Limpasan air hujan secepat mungkin dialirkan langsung ke saluran atau badan air.	Limpasan air hujan sebanyak mungkin ditampung, dimanfaatkan, kemudian diresapkan ke dalam tanah.
Tujuan	Jumlah limpasan air yang keluar dari suatu kawasan banyaknya sama dengan air limpasan yang ada.	Jumlah limpasan air yang keluar dari suatu kawasan sekecil mungkin bahkan diusahakan tidak ada limpasan air yang keluar dari suatu kawasan tersebut.
Macam bangunan	Saluran, sistem saluran, dan bangunan pengalir limpasan air.	Bangunan penampungan, peresapan, dan pengaliran.
Sebutan	Drainase konvensional	Drainase berwawasan lingkungan atau ekodrainase

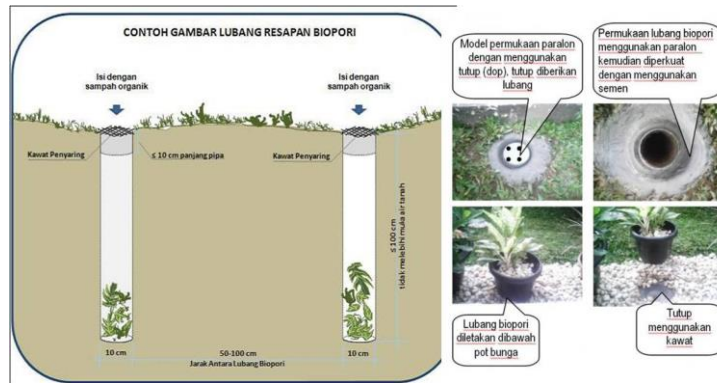
Sumber: Haribowo & Suhardjono, 2022

Konsep dari drainase berwawasan lingkungan ini telah diterapkan di seluruh dunia dengan istilah yang beragam. Drainase berwawasan lingkungan yang berkembang di Amerika Serikat dan Kanada disebut dengan istilah *Low Impact Development* (LID), di Australia disebut dengan istilah *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), di New Zealand disebut dengan istilah *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD), sedangkan di Inggris Raya disebut dengan istilah *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS). Di Indonesia sendiri istilah dari drainase berwawasan lingkungan dapat disebut juga dengan *Ecodrain* atau ekodrainase dengan salah satu dasar penerapannya yaitu Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014 (Haribowo & Suhardjono, 2022).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, ekodrainase didefinisikan sebagai upaya untuk melakukan pengelolaan terhadap kelebihan air (limpasan air hujan) dengan beberapa metode seperti dengan menampung air menggunakan bak tandon air agar air dapat langsung digunakan, menampung air dalam tampungan buatan atau badan air alami, meresapkan dan mengalirkan air ke sungai terdekat tanpa menambah beban pada sungai tersebut serta senantiasa memelihara sistem drainase tersebut sehingga berdaya guna secara berkelanjutan. Dalam penerapannya ekodrainase menggunakan prinsip-prinsip keselarasan lingkungan, dimana prinsip-prinsip tersebut direalisasikan dengan cara mengurangi sebanyak-banyaknya limpasan air permukaan akibat air hujan menggunakan metode salah satunya yaitu metode Lubang Resapan Biopori (LRB) (Haribowo & Suhardjono, 2022).

2.3 Lubang Resapan Biopori (LRB)

Lubang resapan biopori (LRB) merupakan salah satu metode dalam *ecodrainage* yang dilakukan dengan cara membuat lubang-lubang secara vertikal masuk ke dalam tanah sedalam ± 100 cm dengan diameter 10 cm (Haribowo & Suhardjono, 2022). Gambaran dari lubang resapan biopori (LRB) tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.9 Ilustrasi Lubang Resapan Biopori

(Sumber: Saidah dkk., 2021)

Metode ini memiliki beberapa manfaat baik bagi makhluk hidup maupun lingkungan di sekitarnya, manfaat tersebut adalah sebagai berikut (Brata & Nelistya, 2011):

1. Memperbaiki kondisi ekosistem dan fungsi tanah
2. Menambah cadangan air tanah
3. Mengatasi kekeringan
4. Mempermudah penanganan sampah organik dan menjaga kebersihan
5. Mengubah sampah organik menjadi kompos
6. Mengurangi emisi gas rumah kaca dan metan
7. Mengatasi masalah akibat genangan yaitu seperti menjadinya habitat bagi nyamuk penyebab Demam Berdarah (DBD).

Selain manfaat-manfaat di atas, lubang resapan biopori juga dapat meresapkan air dan mencegah banjir. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Martha (2018) dengan menerapkan biopori dapat mereduksi beban drainase sebesar 42,83% sehingga mampu mengurangi limpasan air ke jalan karena air hujan yang turun tidak langsung masuk ke saluran drainase melainkan masuk langsung ke tanah melalui LRB.

Pembuatan lubang resapan biopori (LRB) dapat dilakukan pada skala rumah tangga maupun skala lebih luas karena proses pembuatan yang mudah dan alat yang dibutuhkan pun sederhana. Selain itu, dalam membuat LRB biaya yang dibutuhkan pun tidak begitu banyak yaitu hanya membutuhkan biaya untuk bor biopori, dimana bor tersebut dapat digunakan oleh beberapa orang

dan waktu pembuatan satu LRB tidak lama yaitu sekitar 8–15 menit (Brata & Nelistya, 2011). Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan dalam pembuatan lubang resapan biopori (LRB) dapat dilakukan dengan memperhatikan hal-hal berikut ini:

1. Persyaratan lokasi

Lokasi yang dapat dipilih untuk pembuatan lubang resapan biopori (LRB) yaitu seperti di daerah sekitar permukiman, taman, halaman parkir dan sekitar pohon atau pada daerah yang dilewati aliran air hujan.

2. Konstruksi

- a. Lubang resapan biopori (LRB) dibuat dengan cara membuat lubang silindris ke dalam tanah sedalam 100 cm atau tidak melampaui kedalaman air tanah dengan diameter lubang sebesar 10 cm. Jarak antar lubang resapan biopori berjarak sekitar 50–100 cm.
- b. Mulut atau pangkal lubang dapat diperkuat dengan paralon sepanjang minimal 10 cm dengan diameter 10 cm atau dengan adukan semen selebar 2–3 cm dan setebal 2 cm disekeliling mulut lubang.
- c. Lubang resapan biopori (LRB) diisi dengan sampah organik yang berasal dari dedaunan, pangkasan rumput dari halaman atau sampah dapur.
- d. Menutup lubang resapan biopori dengan kawat saringan.

3. Pemeliharaan

Pemeliharaan terhadap lubang resapan biopori (LRB) dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mengisi sampah organik ke dalam lubang resapan biopori (LRB).
- b. Memasukkan sampah organik secara berkala saat terjadi penurunan volume sampah organik pada lubang resapan biopori (LRB).
- c. Mengambil sampah organik yang ada di dalam lubang resapan biopori setelah menjadi kompos (sekitar 2–3 bulan telah terjadi proses pelapukan).

Pemeliharaan lubang resapan biopori (LRB) dilakukan agar manfaatnya dapat terus dirasakan. Dimana dalam pemeliharaan LRB juga dijelaskan oleh (Brata & Nelistya, 2011) sebagai berikut:

1. Menjaga Lubang Resapan Biopori agar Tetap Berfungsi

Dalam menjaga LRB perlu dilakukan pemanfaatan yaitu memanfaatkan LRB sebagai penyimpan sampah organik yang dihasilkan setiap harinya dan membersihkan mulut lubang agar air yang akan masuk ke dalam LRB tidak terhambat.

2. Menambahkan Sampah Organik

Dalam melakukan penambahan sampah perlu memperhatikan urutan pengisian lubang, karena ketika memasukan sampah ke dalam lubang harus sesuai dengan urutan tersebut. Sehingga, sampah organik akan memiliki waktu yang cukup untuk mengalami pelapukan. Pengisian LRB tidak perlu selalu penuh dan dapat disesuaikan dengan jumlah sampah organik yang dihasilkan setiap harinya.

3. Memanen Kompos

Hasil pelapukan sampah organik yaitu berupa kompos, dimana hasil tersebut ditandai dengan perubahan warna menjadi lebih gelap, mudah hancur, dan berbau seperti tanah. Dalam melakukan pemanenan sebaiknya tidak terlalu sering dan dilakukan pada akhir musim kemarau karena kondisi kompos dalam lubang tidak terlalu basah. Kompos dapat digunakan sebagai pupuk organik bagi tanaman.

2.4 Konsep Hidrologi

Hidrologi merupakan sirkulasi air dari atmosfer ke bumi kemudian kembali lagi ke atmosfer melalui serangkaian peristiwa yang terjadi secara terus menerus tanpa berhenti (Syarifudin, 2017). Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (*hydrologic cycle*), dimana kejadian peristiwanya tidak diketahui kapan dan darimana awal terjadinya serta tidak diketahui pula akhir dari peristiwa tersebut terjadi (Suripin, 2004). Dalam kitab suci Al-Quran dibahas pula mengenai peristiwa-peristiwa yang terjadi dalam

siklus hidrologi yaitu tercantum dalam Al-Quran Surah An-Nur ayat 43 dimana Allah SWT berfirman:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُرْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَنْ مَنْ يَشَاءُ ۚ يَكَادُ سَنَا بَرْقُهُ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ

Artinya: “Tidakkan engkau melihat bahwa Allah menjadikan awan bergerak perlahan, kemudian mengumpulkannya, lalu Dia menjadikannya bertumpuk-tumpuk, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya, dan Dia (juga) menurunkan (butiran-butiran) es dari langit, (yaitu) dari (gumpalan-gumpalan awan seperti) gunung-gunung, maka ditimpakan-Nya (butiran-butiran es) itu kepada siapa yang Dia kehendaki dan dihindarkan-Nya dari siapa yang Dia kehendaki. Kilauan kilatnya hampir-hampir menghilangkan penglihatan.” (Q.S An-Nur 43).

Siklus hidrologi yang terjadi terdiri atas serangkaian peristiwa sebagai berikut (Syarifudin, 2017):

1. Evaporasi dan Transpirasi (Evapotranspirasi)

- Evaporasi (penguapan) merupakan peristiwa yang terjadi ketika air permukaan (laut, sungai, danau, dsb) mengalami penguapan akibat panas dari sinar matahari sehingga permukaan molekul-molekul air memiliki energi yang cukup untuk melepaskan ikatan molekul air kemudian air akan terlepas dan mengembang menjadi uap air yang tidak terlihat di atmosfer.
- Transpirasi merupakan peristiwa yang terjadi ketika air yang berasal dari daratan (tumbuhan dan lahan yang basah) mengalami penguapan akibat panas yang berasal dari sinar matahari seperti yang terjadi pada peristiwa evaporasi.

2. Kondensasi (Pengembunan)

Kondensasi merupakan peristiwa yang terjadi ketika uap air mengembang, mendingin kemudian mengalami kondensasi. Pada peristiwa kondensasi ini uap air dapat berubah menjadi cair kembali atau menjadi padat (es, salju, atau hujan batu). Partikel-partikel cair dari peristiwa ini kemudian akan berkumpul membentuk awan.

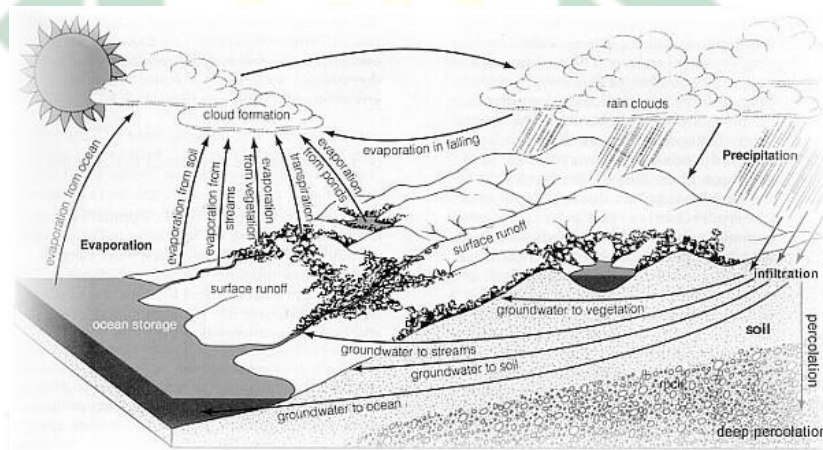
3. Presipitasi

Presipitasi merupakan peristiwa terjadinya pembentukan hujan, salju, ataupun hujan batu yang berasal dari kumpulan awan, dimana presipitasi yang jatuh di permukaan bumi keberadaannya akan tersebar ke berbagai arah dengan berbagai cara.

4. Infiltrasi dan Perkolasi

Infiltrasi merupakan peristiwa ketika air ataupun salju cair meresap ke permukaan tanah melalui celah-celah tanah dan batuan, kemudian terjadi peristiwa perkolasi yaitu ketika air ataupun salju cair tersebut bergerak terus ke lapisan bawah tanah sehingga akan mencapai muka air tanah lalu menjadi air tanah.

Siklus hidrologi yang terjadi di bumi dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut ini:



Gambar 2.10 Siklus Hidrologi

(Sumber: Syarifudin, 2017)

2.5 Laju Infiltrasi Tanah

Infiltrasi merupakan proses jatuhnya air hujan ke permukaan tanah dan kemudian masuk ke dalam tanah (Asmorowati dkk., 2021). Proses infiltrasi tersebut melibatkan tiga proses yaitu masuknya air hujan melalui celah-celah permukaan tanah, tertampungnya air hujan di dalam tanah, dan mengalirnya air hujan tersebut ke tempat lain (bawah, samping, maupun atas) (Salsabila & Nugraheni, 2020). Laju infiltrasi tanah merupakan banyaknya air yang masuk

ke dalam tanah melalui permukaan tanah per satuan waktu, dimana laju infiltrasi tanah ini memiliki hubungan atau korelasi yang kuat terhadap tutupan lahan (*land use*) (Sandhyavitri dkk., 2015). Laju infiltrasi tanah memiliki kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Kriteria Laju Infiltrasi Tanah

Kriteria	Laju Infiltrasi (cm/jam)
Sangat Cepat	> 25,4
Cepat	12,7 – 25,4
Agak Cepat	6,3 – 12,7
Sedang	2 – 6,3
Agak Lambat	0,5 – 2
Lambat	0,1 – 0,5
Sangat Lambat	< 0,1

Sumber: Salsabila & Nugraheni, 2020

Laju infiltrasi tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (Salsabila & Nugraheni, 2020):

1. Vegetasi

Penggunaan lahan untuk vegetasi cenderung memiliki laju infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan lahan yang tidak bervegetasi. Tanah yang ditutupi oleh tumbuhan memiliki laju infiltrasi yang besar karena perakaran tanaman yang menyebabkan porositas di tanah tersebut menjadi lebih tinggi sehingga kemampuan tanah dalam meresapkan air menjadi meningkat dan tanah dapat menyerap energi dari tumbuhan hujan sehingga mampu mempertahankan laju infiltrasi tanah.

2. Intensitas Hujan

Melalui kemampuan energi kinetiknya hujan menjadi salah satu faktor di daerah tropika yang mampu merusak tanah. Energi kinetik dari hujan dijabarkan sebagai intensitas, durasi, ukuran butiran hujan dan kecepatan jatuhnya air hujan. Terdapat dua kategori faktor iklim yaitu apabila curah hujan tahunan <2.500 mm daya rusaknya akan lebih kecil dibandingkan dengan curah hujan >2.500 mm.

3. Tekstur tanah, dimana hubungan antara tekstur tanah dan laju infiltrasi tanah dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Hubungan Tekstur Tanah dan Laju Infiltrasi Tanah

Tekstur Tanah	Laju Infiltrasi Tanah
Pasir berlempung	Sangat cepat
Lempung	Cepat
Lempung berdebu	Sedang
Lempung berliat	Lambat
Liat	Sangat lambat

Sumber: Brata & Nelistya, 2011

4. Kerapatan Massa (*Bulk Density*)

Kerapatan massa pada tanah dapat mempengaruhi beberapa sifat fisik tanah seperti porositas, daya dukung, kekuatan, kemampuan tanah dalam menyimpan air, dan sebagainya. Kerapatan massa berbanding terbalik dengan kadar air, dimana apabila suatu tanah memiliki tingkat kadar air yang tinggi maka kerapatan massanya akan menjadi rendah sehingga tanah akan lebih mudah untuk meresapkan air ke dalam agregat tanah.

Berdasarkan SNI 77521:2012 pengukuran laju infiltrasi tanah dapat dilakukan dengan melakukan tes laju infiltrasi menggunakan infiltrometer cincin ganda, dimana hasil pengukuran dari alat tersebut dapat dihasilkan berdasarkan volume air yang ditambahkan tiap selang waktu atau perubahan tinggi muka air. Pada pengukuran laju infiltrasi menggunakan infiltrometer cincin ganda, ring luar alat memiliki fungsi yaitu untuk meminimalisir kesalahan yang disebabkan oleh aliran air yang mengalir tidak searah vertikal (Salsabila & Nugraheni, 2020). Perhitungan laju infiltrasi dapat dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut (Darwis, 2018):

1. Formula Green-Ampt

Formula ini diperkirakan secara langsung dengan menerapkan hukum Darcy, dengan persamaan laju infiltrasinya dapat dilihat pada Persamaan 2.1 berikut ini:

$$f = \frac{K_{fs} \cdot (H_0 \cdot S_f + L_f)}{L_f} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

Dimana:

f = Laju infiltrasi (mm/menit)

K_{fs} = Konduktivitas hidrolik pada zona transmisi (mm/menit)

H_0 = Kedalaman air genangan di atas permukaan tanah

S_f = Pengisapan efektif pada lapisan pembasahan

L_f = Kedalaman pembahasan dari permukaan tanah

2. Metode Kostiakov

Metode ini merupakan metode empiris sederhana yang persamaan infiltrasinya berdasarkan penyisipan kurva dari data lapangan, dimana perhitungannya menggunakan persamaan yang dapat dilihat pada Persamaan 2.2 berikut ini:

$$f = K_k \cdot t^\alpha \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.2})$$

Dimana:

f = Laju infiltrasi (cm/jam)

t = Waktu setelah infiltrasi dimulai (jam)

K_k (cm) dan α (*unitless*), konstanta yang bergantung pada tanah dan kondisi awal (didapatkan dari data infiltrasi yang diukur).

3. Metode Horton

Metode ini menghubungkan laju infiltrasi dengan laju kerja yang dilakukan dan perubahan kapasitas infiltrasi karena pekerjaan yang harus dilakukan, dengan faktor proporsionalitasnya yaitu β . Metode ini memberikan hasil perhitungan laju infiltrasi dalam hubungan dengan waktu. Persamaan untuk infiltrasi pada metode ini dengan ketetapan $\beta = k$ dapat dilihat pada Persamaan 2.3 berikut:

$$f = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-k \cdot t} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.3})$$

Dimana:

f = Laju infiltrasi pada saat t (cm/jam)

f_c = Laju infiltrasi saat konstan (cm/jam)

f_0 = Laju infiltrasi awal, t_0 (cm/jam)

k = Konstanta, $k = \frac{f_0 - f_c}{F_c}$ (F_c , volume infiltrasi (cm) yaitu selisih volume infiltrasi total dengan volume infiltrasi konstan)

t = Waktu infiltrasi

e = 2,718

4. Metode Philip

Metode ini dikembangkan untuk infiltrasi vertikal dan horizontal. Pada perhitungan untuk infiltrasi vertikal persamaan infiltrasi (F) dan laju

infiltrasi (f) persamannya dapat berlaku namun hanya untuk waktu yang singkat, sedangkan untuk infiltrasi horizontal (tidak ada aliran akibat gravitasi) persamaan Philip hanya berlaku pada variabel – variabel infiltrasi yang nilainya lebih besar dari nol. Persamaan pada metode Philip ini dapat dilihat pada Persamaan 2.4 dan Persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$F = S \cdot t^{1/2} + C_{a1} \cdot t + C_{a2} \cdot t^{3/2} + C_{a3} \cdot t^2 + \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.4)}$$

Dimana:

F = Infiltrasi kumulatif (cm)

S = Kemampuan penyerapan (*sorptivity*) (cm/ $\sqrt{\text{jam}}$), fungsi kandungan

air tanah awal (θ_i) dan akhir (θ_n)

C_{a1} , C_{a2} = Konstanta yang bergantung pada kedua sifat tanah dan pada θ_i dan θ_n

$$f = \frac{dF}{dt} = \frac{d\left(S \cdot t^{\frac{1}{2}} + C_{a1} \cdot t + C_{a2} \cdot t^{\frac{3}{2}} + C_{a3} \cdot t^2 + \dots\right)}{dt} = \frac{1}{2} S \cdot t^{-1/2} + C_{a1} + C_{a2} \cdot t^{1/2} + C_{a3} \cdot t + \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.5)}$$

5. Metode Holtan

Metode ini dikembangkan untuk memperkirakan infiltrasi menggunakan informasi yang tersedia secara umum atau dapat segera diperoleh untuk lahan – lahan milik negara. Pada metode ini faktor – faktor yang pengaruhnya besar terhadap laju infiltrasi yaitu penyimpanan air tanah, porositas permukaan yang terhubung, dan pengaruh jalur akar tanaman. Persamaan pada metode ini setelah melalui beberapa modifikasi memiliki bentuk akhir yang dapat dilihat pada Persamaan 2.6 berikut ini:

$$f_p = G I \cdot a \cdot (SA)^{1,4} + f_c \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.6)}$$

Dimana:

f_p = Kapasitas infiltrasi pada waktu tertentu (cm/jam)

SA = Penyimpanan yang tersedia di lapisan permukaan, A merupakan cakrawala pada waktu tertentu (jam)

GI = Indeks pertumbuhan tanaman dalam persen kematangan

a = Indeks porositas permukaan yang terhubung penyimpanan (in.hr^{-1} per $(\text{in.})^{1.4}$, merupakan fungsi dari kondisi permukaan dan kepadatan akar tanaman

f_c = Laju infiltrasi konstan (*steady state*) dan persamaan Holtan diperkirakan dari kelompok hidrologi tanah (cm/jam)

6. Metode Soegeng Djojowiriono

Metode ini digunakan untuk menghitung laju infiltrasi pada sebuah galian tanah yang memiliki ukuran lebar, panjang, dan tinggi galian. Perhitungan dengan metode ini dapat dilihat pada Persamaan 2.7 berikut ini:

$$f = \frac{S_n \cdot b \cdot l}{(b \cdot l) + 2[(b+l)(n-0,5S_n)]} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.7})$$

Dimana:

f = Laju infiltrasi (cm/jam)

S_n = Penurunan air ke- n , dimana $S_n = S (n+1)$

b = Lebar galian (m)

l = Panjang galian (m)

h = Tinggi galian (m)

2.6 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan analisis terhadap data-data hidrologi seperti data debit suatu sungai, saluran, maupun data curah hujan dengan tujuan untuk mengetahui besar debit yang akan dialirkan (debit banjir rencana) yang nantinya akan dijadikan sebagai dasar untuk melakukan perencanaan drainase terutama dalam menanggulangi permasalahan banjir (Asmorowati dkk., 2021). Analisis hidrologi dilakukan melalui beberapa tahapan analisis untuk mendapatkan besarnya nilai dari debit banjir rencana yaitu sebagai berikut:

2.6.1 Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui kebenaran data lapangan yang digunakan yang dimana data tersebut biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perubahan pada spesifikasi alat penakar, tempat alat ukur yang dipindah, dan perubahan yang terjadi di sekitar lingkungan alat penakar. Uji konsistensi

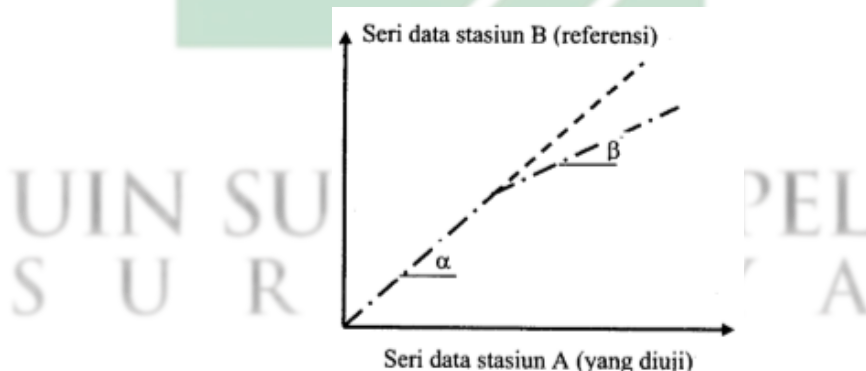
data menunjukkan hasil pengujian berupa data yang konsisten ataupun tidak konsisten. Data yang konsisten artinya data tersebut tidak mengalami perubahan akibat beberapa faktor seperti lingkungan maupun cara penakaran, begitu pula sebaliknya data yang tidak konsisten artinya data tersebut mengalami perubahan akibat faktor lingkungan maupun cara penakarannya. Dalam melakukan uji konsistensi data dapat dilakukan dengan salah satu cara yaitu Metode Curve Massa Ganda. Hasil pengujian dengan metode tersebut yaitu berupa kurva yang apabila kurva tersebut membentuk garis lurus maka data dapat dikatakan konsisten, namun apabila kurva membentuk garis miring atau yang mengalami perubahan atau patahan maka data tersebut dikatakan tidak konsisten dan perlu dilakukan koreksi data sebelum atau sesudah perubahan atau patahan dengan faktor koreksi (Kamiana, 2011):

$$\frac{\beta}{\alpha} \dots\dots\dots (Persamaan 2.8)$$

Dimana:

β = Kemiringan kurve setelah patahan

α = Kemiringan kurve sebelum patahan



Gambar 2.11 Sketsa Analisis Kurva Masa Ganda Stasiun A dan B
(Sumber: Kamiana, 2011)

2.6.2 Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan yang didapatkan dari stasiun penakar hujan perlu dianalisis kembali, karena data hujan yang diperoleh hanya terjadi pada satu titik saja (*point rainfall*) dan belum menggambarkan hujan di

kawasan/wilayah yang akan dilakukan penelitian atau perencanaan (Suripin, 2004). Analisis terhadap data curah hujan dilakukan untuk mendapatkan nilai hujan harian rata-rata dari beberapa stasiun penakar hujan di sekitar kawasan/wilayah tersebut, dimana dalam menganalisis data curah hujan terdapat 3 metode (Suripin, 2004) sebagai berikut:

1. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dan perhitungannya didasarkan pada sebuah asumsi yaitu semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Metode ini cocok digunakan pada kawasan yang memiliki topografi rata atau datar, penakar hujan yang tersebar secara merata, dan nilai curah hujan tidak terlalu jauh dari nilai rata-ratanya.

2. Metode *Thiessen Polygon*

Metode ini memiliki hasil perhitungan yang lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Perhitungan tersebut didasarkan pada asumsi bahwa variasi hujan di tiap-tiap stasiun penakar hujan adalah linier dan stasiun penakar hujan dimana pun dianggap dapat mewakili kawasan terdekat. Metode ini cocok digunakan pada kawasan yang memiliki topografi rata atau datar dengan luas 500 km^2 – 5000 km^2 dan stasiun penakar hujan berjumlah lebih sedikit/terbatas dibandingkan luasnya, dimana metode ini dapat dihitung dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- 1) Pada peta Daerah Aliran Sungai (DAS) lokasi stasiun penakar hujan diberi tanda (*plotting*) kemudian antar stasiun tersebut dihubungkan dengan membuat garis lurus sebagai penghubung.
- 2) Pada bagian tengah setiap garis penghubung ditarik garis tegak lurus sehingga membentuk *Thiessen Polygon*. Dalam satu poligon semua titiknya akan mempunyai jarak terdekat dengan stasiun penakar hujan yang berada di dalamnya dibandingkan dengan stasiun penakar hujan lainnya. Curah hujan terhadap stasiun penakar hujan tersebut sebagai representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.

3) Luas (A) total DAS diperoleh dari penjumlahan seluruh luasan poligon.

3. Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat diantara metode lainnya karena metode ini mampu memperhitungan secara aktual pengaruh dari setiap stasiun-stasiun penakar hujan. Namun, untuk melakukan metode ini diperlukan keahlian dan pengalaman. Metode ini cocok digunakan pada kawasan yang memiliki topografi berbukit dan tidak teratur dengan luas $>5.000 \text{ km}^2$, dimana metode ini dapat dihitung dengan beberapa langkah sebagai berikut:

Data kedalaman air hujan untuk tiap-tiap stasiun penakar hujan diplot pada peta.

- a. Titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama dihubungkan untuk membuat gambar kontur kedalaman air hujan. Interval isohyet yang umum dipakai yaitu 10 mm.
- b. Luas area antara dua garis isohyet dihitung menggunakan planimeter, kemudian masing-masing luas area dikalikan dengan rata-rata hujan antara dua isohyet yang berdekatan.

Metode-metode untuk perhitungan hujan harian rata-rata tersebut penggunaannya dapat ditentukan berdasarkan beberapa faktor yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 sampai Tabel 2.6 berikut ini:

1. Jaring – Jaring Stasiun Penakar

Tabel 2.4 Metode Berdasarkan Jaring Stasiun Penakar Hujan

No	Kriteria	Metode yang Dipakai
1.	Jumlah stasiun penakar hujan cukup	Metode rata-rata aljabar, metode <i>thiessen polygon</i> , atau metode isohyet
2.	Jumlah stasiun penakar hujan terbatas	Metode rata-rata aljabar atau metode <i>thiessen polygon</i>
3.	Jumlah stasiun penakar hujan tunggal	Metode hujan titik

Sumber: Suripin, 2004

2. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)

Tabel 2.5 Metode Berdasarkan Luas DAS

No	Kriteria	Metode yang Dipakai
1.	DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$)	Metode isohyet
2.	DAS sedang (500 km^2 – 5000 km^2)	Metode <i>thiessen polygon</i>
3.	DAS kecil ($< 500 \text{ km}^2$)	Metode rata-rata aljabar

Sumber: Suripin, 2004

3. Topografi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Tabel 2.6 Metode Berdasarkan Topografi DAS

No	Kriteria	Metode yang Dipakai
1.	Berbukit dan tidak beraturan	Metode isohyet
2.	Dataran	Metode <i>thiessen polygon</i>
3.	Pegunungan	Metode rata-rata aljabar

Sumber: Suripin, 2004

2.6.3 Analisis Frekuensi Hujan

Frekuensi hujan merupakan besarnya kemungkinan terlampauinya suatu besaran hujan. Analisis frekuensi hujan memiliki keterkaitan antara besaran peristiwa-peristiwa ekstrim dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan (*probability distribution*). Dasar dari analisis frekuensi yaitu sifat statistik data kejadian yang telah berlalu sehingga akan diperoleh probabilitas besaran hujan yang akan terjadi (di masa yang akan datang), dengan asumsi bahwa sifat statistik dikedua masa tersebut masih sama (Suripin, 2004). Analisis frekuensi hujan juga memiliki tujuan yaitu untuk menentukan terjadinya periode ulang hujan pada periode tahun tertentu (Asmorowati dkk., 2021). Periode ulang tersebut dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7 Periode Ulang Minimum yang Disarankan sebagai Banjir Rencana Yang Berkenaan dengan Genangan Banjir

Sistem Aliran	- Didasarkan pada tipe proyek Pengendalian Banjir - Didasarkan pada populasi penduduk	Fase Awal	Fase Akhir
Sungai	Proyek Darurat	5	10
	Proyek Baru	10	25
	Pedesaan atau kota dengan $P < 2$ juta	25	50
	Untuk perkotaan dengan $P > 2$ juta	25	100

Sistem Aliran	• Berdasarkan pada tipe proyek Pengendalian Banjir • Berdasarkan pada populasi penduduk	Fase Awal	Fase Akhir
Sistem Drainase Primer DAS < 500 ha	Pedesaan	2	5
	Perkotaan P<0,5 juta	5	10
	Perkotaan 0,5 juta<P<2 juta	5	15
	Perkotaan P>2 juta	10	25
Sistem Drainase Sekunder DAS <500 ha	Pedesaan	1	2
	Perkotaan P<0,5 juta	2	5
	Perkotaan 0,5 juta<P<2 juta	2	5
	Perkotaan P>2 juta	5	10
Sistem Drainase Tersier DAS <10 ha	Perkotaan dan Pedesaan	1	2

Sumber: Syarifudin, 2017

Terdapat beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis frekuensi dan perlu diketahui yaitu seperti Tabel 2.8 di bawah ini:

Tabel 2.8 Parameter Analisis Frekuensi

Parameter	Rumus Persamaan	Keterangan
Nilai rata-rata ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$	$\bar{X}$ = Nilai rata-rata X_i = Nilai varian ke- n = Jumlah data
Standar Deviasi (S_x)	$S = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \right]}$	S = Standar deviasi n = Jumlah data X_i = Nilai varian ke- $\bar{X}$ = Nilai rata-rata
Koefisien Varian (C_v)	$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$	C_v = Koefisien variasi S = Standar deviasi $\bar{X}$ = Nilai rata-rata
Koefisien Skewness (C_s)	$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3}$	C_s = Koefisien skewness S = Standar deviasi n = Jumlah data X_i = Nilai varian ke- $\bar{X}$ = Nilai rata-rata
Koefisien Kurtosis (C_K)	$C_K = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$	C_K = Koefisien kurtosis S = Standar deviasi n = Jumlah data X_i = Nilai varian ke-

Parameter	Rumus Persamaan	Keterangan
		$\bar{X}$ = Nilai rata-rata

Sumber: Asmorowati dkk., 2021

Dalam melakukan perhitungan analisis frekuensi hujan dengan menerapkan *probability distribution* digunakan beberapa jenis distribusi frekuensi sebagai berikut:

1. Distribusi Normal

Distribusi ini disebut juga distribusi Gauss, dimana memiliki nilai reduksi Gauss atau nilai faktor frekuensi K_T yang dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut ini:

Tabel 2.9 Nilai Variabel Reduksi Gauss (K_T)

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang	K_T
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,005	0,995	-2,58
3.	1,010	0,990	-2,33
4.	1,050	0,950	-1,64
5.	1,110	0,900	-1,28
6.	1,250	0,800	-0,84
7.	1,330	0,750	-0,67
8.	1,430	0,700	-0,52
9.	1,670	0,600	-0,25
10.	2,000	0,500	0
11.	2,500	0,400	0,25
12.	3,330	0,300	0,52
13.	4,000	0,250	0,67
14.	5,000	0,200	0,84
15.	10,000	0,100	1,28
16.	20,000	0,050	1,64
17.	50,000	0,020	2,05
18.	100,000	0,010	2,33
19.	200,000	0,005	2,58
20.	500,000	0,002	2,88
21.	1.000,0000	0,001	3,09

Sumber: Suripin, 2004

2. Distribusi Log Normal

Distribusi ini merupakan hasil transformasi dari distribusi normal ($X \rightarrow \log X$), dengan nilai koefisien periode ulangnya (K_T) dapat dilihat pada Tabel 2.10 berikut:

Tabel 2.10 Nilai K_T Distribusi Log Normal

Periode Ulang (Tahun)					
2	5	10	25	50	100
0,00	0,84	1,28	1,71	2,05	2,33

Sumber: Asmorowati dkk., 2021

3. Distribusi Log-Pearson III

Dalam distribusi ini terdapat tiga parameter penting yaitu harga rata-rata, simpangan baku, dan koefisien kemencengan dengan catatan apabila nilai koefisien kemencengan sama dengan nol maka distribusi kembali ke Distribusi Log Normal. Distribusi Log Pearson III ini memiliki nilai variabel standar (K) yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (G) seperti pada Tabel 2.11 berikut ini:

Tabel 2.11 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III

Koef.G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (Periode Ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Presentase Peluang Terlampaui (<i>Percent chance of being exceed</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (<i>Periode Ulang</i>)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G	Presentase Peluang Terlampaui (<i>Percent chance of being exceed</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber: Suripin, 2004

4. Distribusi Gumbel

Distribusi ini digunakan untuk menentukan kejadian yang ekstrim dalam perhitungan hujan harian maksimum. Dalam menentukan faktor frekuensi (K_T) distribusi ini menggunakan beberapa parameter seperti Y_{Tr} (*reduced mean*), Y_n (*reduce variate*), dan S_n (*reduced standard deviation*) yang masing – masing nilainya dapat dilihat pada Tabel 2.12 sampai Tabel 2.14 di bawah ini:

Tabel 2.12 Reduced Variate (Y_{Tr})

Periode Ulang	Y_{Tr}	Periode Ulang	Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1.000	6,9087
50	3,9028	5.000	8,5188
75	4,3117	10.000	9,2121

Sumber: Suripin, 2004

Tabel 2.13 Reduced Mean (Y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5562	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5899
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin, 2004

Tabel 2.14 Reduced Standard Deviation (Sn)

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, 2004

Jenis-jenis distribusi frekuensi tersebut ditentukan dengan mencocokkan beberapa parameter data pada Tabel 2.8 dengan persyaratan parameter statistik pada masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel 2.15 berikut ini:

Tabel 2.15 Syarat Parameter Statistik Suatu Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas

Sumber: Kamiana, 2011

Namun jika parameter-parameter tersebut tidak ada yang memenuhi persyaratan seperti yang tercantum pada Tabel 2.15, maka dapat dilakukan perhitungan pada beberapa jenis distribusi probabilitas yang kemudian diuji dengan uji kecocokan probabilitas agar dapat menentukan jenis distribusi yang dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut dengan menggunakan dua cara pengujian sebagai berikut (Kamiana, 2011):

1. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dapat dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- Mengurutkan data pengamatan mulai dari yang terbesar hingga terkecil atau sebaliknya
- Menghitung jumlah kelas
- Menghitung nilai derajat kebebasan (Dk) dan parameter Chi-Kuadrat kritis (X^2_{cr})
- Menghitung kelas distribusi
- Menghitung interval kelas
- Melakukan perhitungan nilai parameter Chi-Kuadrat terhitung (X^2)
- Membandingkan nilai parameter Chi-Kuadrat terhitung (X^2) dengan parameter Chi-Kuadrat kritis (X^2_{cr}) yaitu dimana nilai X^2 harus kurang dari X^2_{cr} ($X^2 < X^2_{cr}$) agar distribusi frekuensi yang diuji dapat diterima.

Berikut merupakan nilai kritis untuk uji kecocokan Chi-Kuadrat yang dapat dilihat pada Tabel 2.16 di bawah ini:

Tabel 2.16 Nilai Kritis (X^2) untuk Uji Chi-Kuadrat

Dk	Derajat Kepercayaan (α)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000393	0,00016	0,00098	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,92	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,66	5,692	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,39	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,41	34,17	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,683	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,98	45,558

Dk	Derajat Kepercayaan (α)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
25	10,52	11,524	12,12	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,29
37	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,12	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,236
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: Suripin, 2004

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov dapat dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- Mengurutkan data pengamatan (X_i) mulai dari yang terbesar hingga terkecil atau sebaliknya
- Menentukan peluang empiris dengan menggunakan rumus persamaan Weibull, yaitu:

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.9)}$$

- Menentukan peluang teoritis ($P'(X_i)$) masing-masing data berdasarkan persamaan distribusi frekuensi yang dipilih
- Menghitung selisih (ΔP_i) dari peluang empiris dan peluang teoritis setiap data
- Membandingkan nilai ΔP_i dengan nilai ΔP kritis (dapat dilihat pada Tabel 2.17) yaitu dimana nilai ΔP_i harus kurang dari ΔP kritis ($\Delta P_i < \Delta P$ kritis) agar distribusi frekuensi yang diuji dapat diterima.

Uji ini memiliki nilai kritis (ΔP kritis) yang dapat dilihat pada Tabel 2.17 berikut:

Tabel 2.17 Nilai Kritis untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan (α)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29

N	Derajat Kepercayaan (α)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$1,07/N^{0,5}$	$1,22/N^{0,5}$	$1,36/N^{0,5}$	$1,63/N^{0,5}$

Sumber: Suripin, 2004

Jenis distribusi yang lolos dari hasil uji kecocokan probabilitas nantinya akan digunakan untuk menentukan nilai hujan harian maksimum yang dihitung dengan periode ulang yang telah ditentukan.

2.6.4 Debit Banjir Rencana

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan debit banjir rencana merupakan debit maksimum dari sistem drainase yang didasarkan pada periode ulang tertentu yang digunakan dalam perencanaan, dimana ketentuannya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional atau metode rasional yang telah dimodifikasi atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan
2. Koefisien limpasan (C) yang nilainya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti topografi, penutup lahan, permeabilitas tanah, dan tata guna lahan (Suripin, 2004), dimana nilai C dapat dilihat pada Tabel 2.18 dan Tabel 2.19 berikut ini:

Tabel 2.18 Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Kondisi Daerah

Kondisi Daerah	Koefisien Limpasan (C)
Perdagangan	
- Daerah kota	0,70 – 0,95
- Daerah dekat kota	0,50 – 0,70
Permukiman	
- Rumah tinggal terpencar	0,30 – 0,50
- Kompleks perumahan	0,40 – 0,60
- Permukiman (suburban)	0,25 – 0,40
- Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
- Industri ringan	0,50 – 0,80
- Industri berat	0,60 – 0,90

Kondisi Daerah	Koefisien Limpasan (C)
Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Lapangan bermain	0,10 – 0,25
Daerah halaman KA	0,20 – 0,40
Daerah tidak terawat	0,10 – 0,30

Sumber: Permen PU No. 12 Tahun 2014

Tabel 2.19 Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Sifat Permukaan Tanah

Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Limpasan (C)
Jalan	
- Aspal	0,70 – 0,95
- Beton	0,80 – 0,95
- Batu bata	0,70 – 0,85
- Batu kerikil	0,15 – 0,35
Jalan raya dan trotoar	0,70 – 0,85
Atap	0,75 – 0,95
Lapangan rumput, tanah berpasir	
- Kemiringan 2%	0,05 – 0,10
- Rata-rata 2% s/d 7%	0,10 – 0,15
- Curam (7%)	0,15 – 0,20
Lapangan rumput, tanah keras	
- Kemiringan 2%	0,13 – 0,17
- Rata-rata 2% s/d 7%	0,18 – 0,22
- Curam (7%)	0,25 – 0,35

Sumber: Permen PU No. 12 Tahun 2014

- Perhitungan waktu konsentrasi (t_c) menggunakan rumus Kirpich
- Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe.

2.7 Hidrolika Saluran

Bangunan pembawa zat cair (saluran) dalam sistem drainase memiliki peranan yang penting dalam mengalirkan air ke saluran utama atau badan air. Saluran pada sistem drainase ini dapat berupa saluran terbuka (*open channels*) seperti saluran irigasi, selokan estuari, dan sungai atau pun saluran tertutup (*Closed conduits*) seperti gorong-gorong, siphon, pipa *aqueduct*, dan terowongan. Aliran air pada saluran drainase dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis aliran sebagai berikut (Asmorowati dkk., 2021):

1. Aliran Tunak dan Tidak Tunak

Aliran tunak (*steady flow*) merupakan aliran yang memiliki kecepatan tidak berubah terhadap waktu di suatu titik. Sedangkan aliran tidak tunak

(*unsteady flow*) merupakan aliran yang kecepatannya berubah terhadap waktu di suatu titik tertentu.

2. Aliran Seragam dan Tidak Seragam

Aliran seragam (*uniform flow*) merupakan aliran yang memiliki kecepatan tidak berubah pada suatu waktu di sepanjang saluran yang ditinjau. Sedangkan aliran tidak seragam (*varied flow*) merupakan aliran yang memiliki kecepatan tidak seragam pada suatu waktu di sepanjang saluran yang ditinjau.

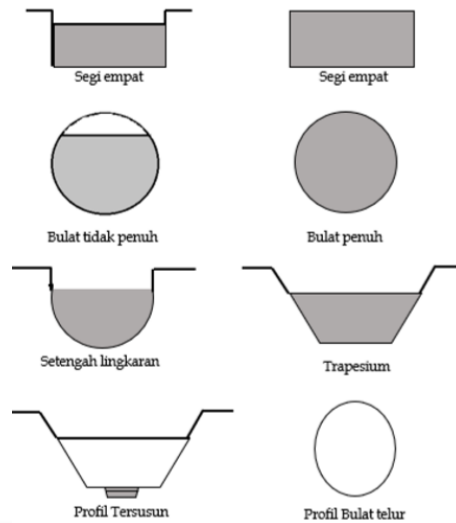
3. Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran laminar merupakan aliran yang kondisi partikel zat cairnya mengikuti alur tertentu dan tampak seperti gerakan serat-serat tipis yang parallel. Sedangkan aliran turbulen merupakan aliran yang ketika ditinjau baik terhadap ruang mau pun waktu, kondisi partikel zat cairnya bergerak mengikuti alur secara acak (tidak beraturan).

4. Aliran Subkritis, Kritis, dan Superkritis

Aliran subkritis merupakan aliran yang kecepatan alirannya lebih kecil dibandingkan aliran kritis, dimana aliran kritis merupakan aliran yang kecepatannya sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitudo yang kecil. Sedangkan aliran superkritis merupakan aliran yang kecepatannya lebih besar dibandingkan aliran kritis.

Adapun bentuk-bentuk penampang melintang saluran dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut (Saidah dkk., 2021):



Gambar 2.12 Bentuk-Bentuk Penampang Melintang Saluran Drainase
(Sumber: Saidah dkk., 2021)

Dalam menganalisis hidrolika saluran dapat dilakukan perhitungan kapasitas saluran eksisting untuk mengetahui kemampuan suatu sistem drainase dalam mengalirkan air (debit). Dimana salah satu perhitungan untuk mendapatkan debit eksisting yaitu menggunakan persamaan Manning yang memiliki nilai koefisien n untuk berbagai bahan saluran yang dapat dilihat pada Tabel 2.20 berikut:

Tabel 2.20 Koefisien Kekasaran Manning (n)

Bahan	Koefisien Manning, n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
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: Permen PU No. 12 Tahun 2014

2.8 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya terkait evaluasi sistem drainase digunakan sebagai acuan oleh penulis diantaranya dapat dilihat pada Tabel 2.21 berikut:

Tabel 2.21 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Hasil Penelitian
1.	Evaluasi Sistem Drainase di Kecamatan Helvetia Kota Medan	Anisah Lukman (2018)	- Didapatkan hasil debit banjir rencana (Q) untuk periode 5 tahun sebesar $0,5520 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan t_c sebesar 1,087 jam - Hasil evaluasi dari saluran drainase di lokasi penelitian tidak mampu menampung debit banjir rencana.
2.	Evaluasi Sistem Drainase untuk Menanggulangi Banjir pada Jalan Dr. Mansyur Kecamatan Medan Selayang	Diana Suita dan Simon Petrus Simorangkir (2018)	- Hasil analisis perbandingan Q eksisting dengan Q hidrologi didapatkan bahwa kapasitas saluran di lokasi penelitian tidak mampu menampung debit banjir rencana kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. - Setelah dilakukan perancangan ulang saluran drainase dengan memperbesar saluran maka didapatkan bahwa kapasitas saluran mampu menampung debit banjir rencana kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan dimensi saluran yaitu lebar 1,1 m; tinggi 1,5 m (saluran 1) dan lebar 1,1 m; tinggi 1,6 m (saluran 2)
3.	Evaluating the Multiple Benefits of a Sustainable Drainage Scheme in Newcastle, UK	Emily C. O'Donnell, Richard Woodhouse, dan Colin R. Throne (2018)	- Dihasilkan manfaat berupa pengurangan kerusakan akibat banjir, meningkatkan kualitas air, meningkatkan ruang terbuka hijau, mengurangi polusi udara, dan meningkatkan penyerapan karbon dioksida.
4.	Analisis Perencanaan Lubang Resapan Biopori untuk Mereduksi Genangan di Jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki	Gerry Petera Dengah, Cindy J Supit, dan Hanny Tangkudung (2019)	- Dari peneltian ini dapat diketahui beberapa saluran air yang tidak dapat menampung debit rencana sehingga Lubang Resapan Biopori akan dilokasikan di sekitar saluran tersebut. Lubang Resapan Biopori yang direncanakan dapat mereduksi genangan sebanyak 5% dari debit yang meluap pada saluran

No	Judul	Penulis	Hasil Penelitian
	Indah Kota Manado		dan sisanya dapat dilakukan pelebaran dimensi saluran.
5.	Application of Bio-pore Infiltration Hole as an Urban Runoff Management	Searphin Nugroho dan Wahyono Hadi (2019)	- Tanah lanau memiliki reduksi limpasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah liat, jika dibandingkan dengan kondisi tanah yang sama. - Pengurangan limpasan tersebut sebesar 38,98%-95,73% untuk tanah lanau dan 20,67%-54,28% untuk tanah lempung.
6.	Analysis of Biopore Drainage System to Control Floods in the Urban Cluster	Marelianda Al Dianty (2020)	- Penanganan banjir dengan bangunan Lubang resapan biopori dapat dianggap sebagai solusi yang tepat bagi lokasi penelitian. - Lubang resapan biopori dibuat di pinggir jalan dengan bentang sepanjang 750 meter di dekat saluran primer dengan jarak antar lubang resapan biopori 1 meter dengan total 750 lubang resapan biopori, dengan diameter LRB 10 cm dan kedalaman 100 cm. - Debit yang diserap oleh infiltrasi biopori lubang sebesar 0,328125 m³/detik. Jumlah pemanfaatan lubang resapan biopori (LRB) mengurangi beban drainase sekitar 33,48%.
7.	Assessing the Effectiveness of Sustainable Drainage Systems (SuDS): Interventions, Impacts and Challenges	Sarah Cotterill dan Louise J. Bracken (2020)	- Adanya SuDS sebagai jalan utama untuk melakukan penghijauan pada lingkungan perkotaan, mengurangi berbagai bahaya lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan dan kesehatan masyarakat.
8.	Staged Optimization of Urban Drainage Systems Considering Climate Change and Hydrological Model Uncertainty	Hongshi Xu, Chao Ma, Kui Xu, Jijian Lian, dan Yan Long (2020)	- Model optimalisasi yang dilakukan pada penelitian ini mendapatkan hasil bahwa dengan model ini dapat fleksibel dalam beradaptasi dengan perubahan iklim dan menghemat finansial yang signifikan (10% lebih rendah).

No	Judul	Penulis	Hasil Penelitian
9.	Analisis Penerapan Lubang Resapan Biopori untuk Mengurangi Limpasan pada Desa Tempuran Kecamatan Sooko Mojokerto	Putri Sulistyaningtyas, Erna Tri Asmorowati, Diah Sarasanty (2021)	- Dari evaluasi yang dilakukan terhadap saluran drainase di lokasi penelitian didapatkan hasil yaitu ketiga zona yang diteliti saluran drainasenya tidak memenuhi kriteria $Q_{eksisting} < Q_{rencana}$. - Lubang resapan biopori yang direncanakan mampu meningkatkan laju infiltrasi dan mampu mereduksi debit banjir yaitu sebesar 47,77%.
10.	Penerapan <i>Ecodrainage</i> Melalui Biopori di Jalan Dukuh Kupang Surabaya	Faradlillah Saves (2021)	- Setelah dilakukan evaluasi diketahui bahwa terdapat dua saluran yang tidak memenuhi kriteria $Q_{hidrologi} > Q_{hidrolika}$. - Penerapan alternatif dengan lubang resapan biopori dapat mengatasi saluran yang tidak memenuhi kriteria, dengan pembuatan LRB sebanyak 3107 buah di sekitar saluran 2 dan 1273 buah LRB di sekitar saluran 3.

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

BAB III

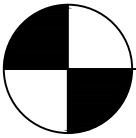
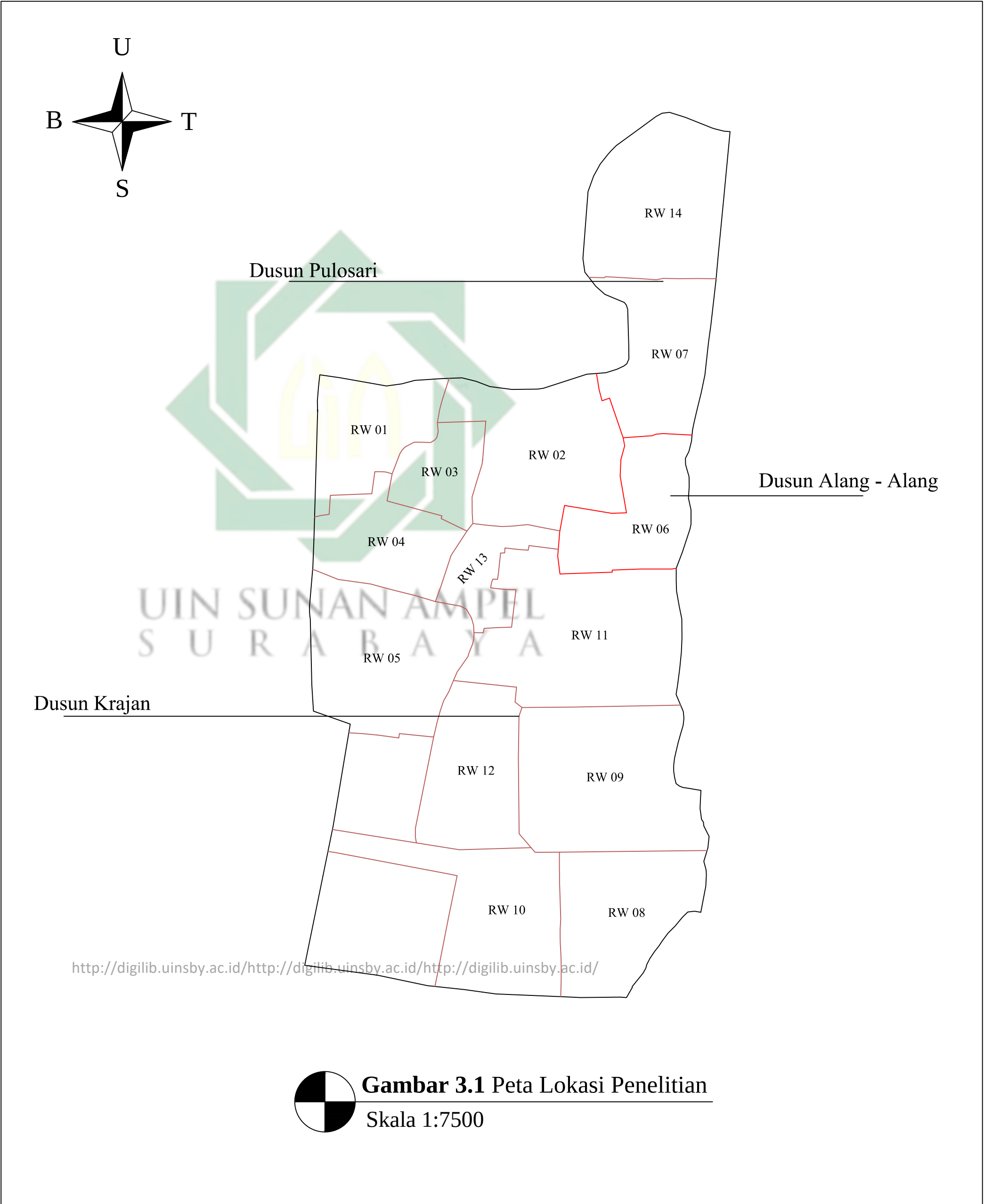
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

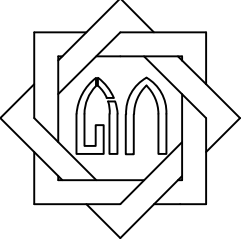
Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang ditinjau berdasarkan tingkat ekplanasi dimana penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui nilai variabel independen (variabel yang mempengaruhi) tanpa membuat perbandingan antara variabel satu dengan yang lainnya (Kurniawan & Zarah, 2016). Penelitian dengan pendekatan kuantitatif dalam melakukan analisis datanya ditekankan pada data numerik yang kemudian dianalisis dengan metode statistik yang sesuai dengan tema penelitian (Hardani dkk., 2020). Sehingga dapat diketahui bahwa metode penelitian yang digunakan oleh penulis merupakan metode yang menjelaskan suatu data numerik untuk mengetahui nilai variabel yang mempengaruhi dengan analisis data menggunakan metode statistik yang sesuai.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di salah satu desa di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo yaitu Desa Kureksari. Desa Kureksari memiliki batas-batas desa yaitu sebelah barat dengan Desa Waru, sebelah timur dengan Desa Ngingas, sebelah selatan dengan Desa Sawotratap, serta sebelah utara dengan Desa Kedungrejo dan Desa Janti. Jumlah penduduk di Desa Kureksari yaitu sebanyak 29.296 jiwa dengan wilayah seluas 122,96 hektar. Wilayah administrasi Desa Kureksari ini terdiri atas 3 dusun dengan RW sebanyak 14 dan RT sebanyak 57. Adapun peta lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 15 Februari 2023 sampai dengan tanggal 14 Juli 2023.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian
Skala 1:7500

 PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN AMPEL SURABAYA	Judul Gambar	Keterangan	Skala	Dibuat Oleh
	PETA LOKASI PENELITIAN	Batas Wilayah Desa Batas Wilayah Dusun Batas Wilayah RW	1:7500	Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo NIM. H75219034
			Sumber Google Earth, 2023	Dosen Pembimbing Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T. Rr. Diah Nugraheni S., M.T.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

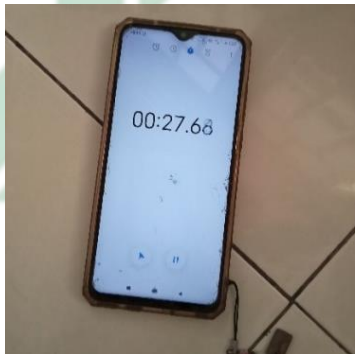
Pada penelitian ini alat dan bahan digunakan untuk melakukan tes laju infiltrasi dan mengukur dimensi saluran drainase eksisting.

1. Alat

Alat-alat yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Alat - Alat Penelitian

No	Alat	Gambar
Alat Tes Laju Infiltrasi (SNI 7752:2012)		
1.	Dua buah cincin silinder iniltrometer	
2.	Palu	
4.	Penggaris	

No	Alat	Gambar
7.	Ember dan jerigen	 
8.	Aplikasi Stopwatch	
9.	Linggis	
Alat Untuk Mengetahui Dimensi Saluran (Putra & Amalia, 2022)		
1.	Meteran	

No	Alat	Gambar
		

2. Bahan

Bahan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini adalah air.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan salah satu metode penelitian yang memiliki tujuan agar orang lain atau pembaca dapat memahami dan melakukan atau melanjutkan penelitian tanpa perlu berkonsultasi terlebih dahulu dengan peneliti sebelumnya (Kurniawan & Zarah, 2016). Pada penelitian ini dilakukan beberapa prosedur sebagai berikut:

1. Persiapan

Persiapan merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian. Kegiatan yang dilakukan pada persiapan ini meliputi penentuan tema yang akan diambil, studi literatur untuk menambah wawasan mengenai tema tersebut, menentukan dan survey lokasi yang akan dipilih sebagai tempat perencanaan, menentukan judul dan menyusun proposal. Kemudian, kegiatan yang terakhir pada persiapan ini yaitu melakukan proses administrasi agar memperoleh persetujuan pelaksanaan perencanaan di lokasi yang telah ditentukan.

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan merupakan langkah yang dilakukan setelah melakukan persiapan. Kegiatan yang dilakukan pada pelaksanaan ini meliputi pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk keberlangsungan penelitian seperti:

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang pengumpulannya dilakukan secara langsung oleh peneliti dari sumber pertama (Kurniawan & Zarah, 2016). Data primer pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Data Primer Penelitian

No	Data Primer	Metode	Sumber
1.	Laju Infiltrasi Tanah	Menggunakan infiltrometer cincin ganda	SNI 7752:2012
2.	Dimensi drainase	Pengukuran menggunakan meteran	(Putra & Amalia, 2022)

b. Data Sekunder

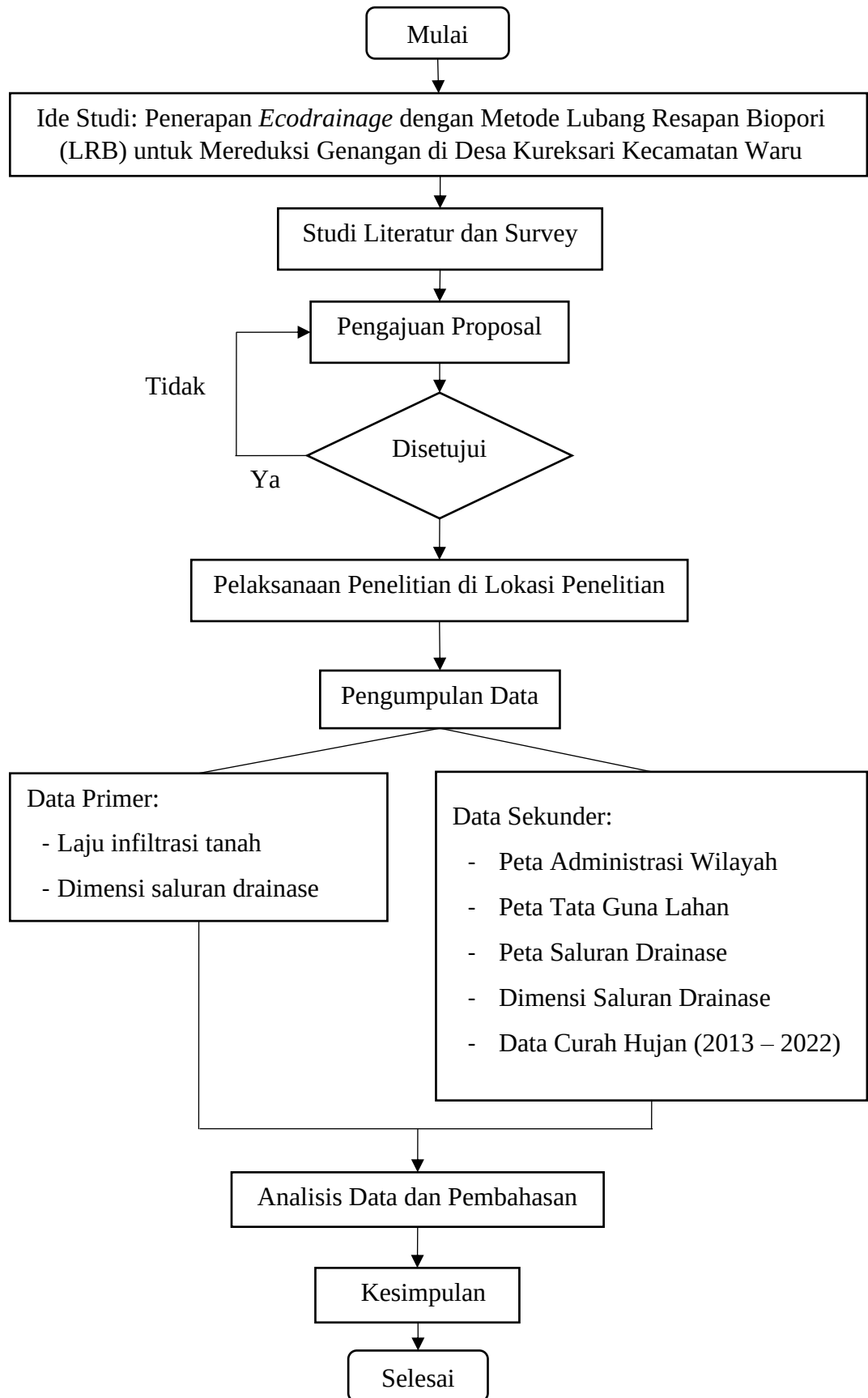
Data sekunder merupakan data yang diterbitkan, digunakan, atau pun data dokumentasi dari suatu organisasi terkait (Kurniawan & Zarah, 2016). Data primer pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Data Sekunder Penelitian

No	Data Sekunder	Sumber
1.	Peta administrasi wilayah	Kantor Balai Desa Kureksari
3.	Peta tata guna lahan	<i>Geographic Information</i> Sistem Tata Ruang (GISTARU)
4.	Peta saluran drainase	Kantor Balai Desa Kureksari dan <i>developer</i> Perumahan Delta Sari
5.	Data dimensi saluran drainase	Kantor Balai Desa Kureksari
6.	Data curah hujan 10 tahun (2012–2022)	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Sidoarjo

3. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan langkah akhir yang dilakukan pada penelitian ini. Kegiatan yang dilakukan pada penyusunan laporan ini yaitu meliputi evaluasi data dan pembahasan dari hasil evaluasi data yang dilakukan mengenai temayang diambil pada penelitian ini. Penyusunan laporan dilakukan secara sistematis sesuai dengan ketentuan kepenulisan tugas akhir yang telah ditentukan oleh pihak terkait. Skema dari penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema Penelitian

3.5 Analisis Data

Pada penelitian ini, untuk mengolah data yang telah dikumpulkan dilakukan analisis data sebagai berikut:

3.5.1 Kondisi Drainase Eksisting

Analisis data mengenai kondisi drainase eksisting ini akan dijelaskan dalam sebuah tabel yang meliputi nama, dimensi, jenis bahan, dan bentuk penampang saluran di lapangan.

3.5.2 Debit Drainase

Hal pertama yang dilakukan sebelum menghitung debit drainase yaitu melakukan uji konsistensi data curah hujan menggunakan Metode *Curve Massa* Ganda yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung debit rencana. Sistem drainase di lokasi penelitian merupakan sistem drainase dengan jenis sistem tercampur (air hujan dan air limbah) sehingga dibutuhkan dua perhitungan debit rencana sebagai berikut:

1. Debit Banjir Rencana

Dalam menghitung besarnya debit banjir rencana dilakukan suatu analisis terhadap data curah hujan yang disebut analisis hidrologi, dimana analisis tersebut terdiri dari beberapa tahap perhitungan (Asmorowati dkk., 2021) sebagai berikut:

a. Perhitungan Hujan Rata-Rata

Pada penelitian ini, perhitungan hujan rata-rata dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini dipilih karena stasiun hujan di sekitar lokasi penelitian tersebar hampir merata dan luas DAS < 500 km². Perhitungan nilai hujan rata-rata dengan metode rata-rata aljabar menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.1)}$$

Dimana:

P = Nilai hujan rata-rata

$P_1, P_2, \dots, P_n$ = Curah hujan yang tercatat di stasiun penakar hujan

n = Banyaknya stasiun penakar hujan

b. Analisis Periode Ulang Curah Hujan

Berdasarkan pada Tabel 2.7 periode ulang yang digunakan pada lokasi ini yaitu 2 tahun disesuaikan dengan sistem drainase dan lokasi penelitian yang merupakan daerah pedesaan.

c. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan beberapa metode distribusi probabilitas yang umum dalam hidrologi yaitu:

1) Metode Normal

Dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X_t = \bar{X} + K_T \cdot S_x \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.2})$$

Dimana:

X_t = Curah hujan rencana (mm/hari)

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

S_x = Standar deviasi

K_T = Faktor frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel 2.9

2) Metode Log Normal

Dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot S_x \text{Log } X \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.3})$$

Dimana:

$\text{Log } X_t$ = Besarnya logaritmis curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun (mm/hari)

$\text{Log } \bar{X}$ = Curah hujan rata-rata dari $\text{Log } X_i$ (mm/hari)

$S_x \text{Log } X$ = Standar deviasi dari $\text{Log } X_i$

K_T = Nilai koefisien yang dapat dilihat pada Tabel 2.10

3) Metode Gumbel

Dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + S_x \cdot K_T \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.4})$$

Dimana:

$\bar{X}$ = Harga rata-rata sampel

S_x = Standar deviasi

K_T = Faktor probabilitas K_T yang dinyatakan dalam:

$$K_T = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.5})$$

Dimana: Y_{Tr} (*Reduced Variate*), Y_n (*reduced mean*), dan S_n (*Reduced Standard Deviation*) yang nilainya dapat dilihat pada Tabel 2.12–Tabel 2.14.

4) Metode Log Pearson Type III

Dihitung menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Mengubah data (X_i) dalam bentuk logaritmis ($\text{Log} X_i$)
- b) Menghitung harga rata-rata menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.6})$$

- c) Menghitung harga simpangan baku menggunakan persamaan berikut:

$$S_x \text{Log } X = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \right]} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.7})$$

- d) Menghitung koefisien kemencengan menggunakan persamaan berikut:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S_x \text{Log } X)^3} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.8})$$

- e) Menghitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T menggunakan persamaan:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot S_x \text{Log } X \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.9})$$

Dimana:

$\text{Log } \bar{X}$ = Harga rata-rata dari logaritma data hujan

$\text{Log } X_T$ = Logaritma hujan rencana untuk T tahun

G = Variabel standar untuk X yang besarnya tergantung K

K = Koefisien kemencengan G yang dapat dilihat pada Tabel 2.11

d. Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Uji kecocokan dilakukan untuk menentukan kesesuaian distribusi frekuensi dengan dua cara pengujian sebagai berikut (Kamiana, 2011):

1) Uji Chi-Kuadrat

Untuk melakukan perhitungan uji Chi-Kuadrat dapat mengikuti langkah-langkah pada sub bab 2.6.3, dimana perhitungannya menggunakan persamaan berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.10})$$

Dimana:

X^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

n = Jumlah sub kelompok

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya

Derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering digunakan yaitu sebesar 5% dan derajat kebebasan (D_k) dapat dihtung dengan persamaan berikut:

$$D_k = K - (p + 1) \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3.11})$$

Dimana:

D_k = Derajat Kebebasan

p = Banyaknya parameter (untuk uji Chi-Kuadrat yaitu 2)

K = Jumlah kelas distribusi, dimana $K = 1 + 3,3 \log n$

n = Banyaknya data.

2) Uji Smirnov-Kolmogorov

Untuk melakukan perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov dapat mengikuti langkah-langkah pada sub bab 2.6.3.

e. Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan ketentuan-ketentuan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014 sebagai berikut:

- 1) Debit rencana dihitung dengan menggunakan metode rasional dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = 0,00278 C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.12})$$

Dimana:

Q_p = Debit Puncak Banjir (m^3/detik)

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas Curah Hujan (mm)

A = Luas Daerah Pengaliran (ha)

- 2) Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan *catchment area* yang dimana pada suatu kawasan terdapat beberapa tata guna lahan sehingga untuk menghitung koefisien limpasan (C) digunakan persamaan:

$$C = \frac{A_1 \cdot C_1 + A_2 \cdot C_2 + \dots + A_n \cdot C_n}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.13})$$

- 3) Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus Kirpich dengan persamaan sebagai berikut:

$$t_c = 0,0195 L^{0,77} \times S^{-0,385} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.14})$$

Dimana:

t_c = Waktu konsentrasi (menit)

L = Panjang saluran dari titik yang terjauh s/d titik yang ditinjau (m)

S = Kemiringan dasar saluran

- 4) Intensitas curah hujan dihitung menggunakan metode Mononobe dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.15})$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan harian maks tahunan untuk periode ulang t tahun

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

2. Debit Air Limbah

Perhitungan debit air limbah dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini (Suhardjono, 1984 dalam (Wardani, 2022)):

$$Q = \frac{(P_n \cdot q)}{A} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.16)}$$

Dimana:

Q = Debit Air limbah/ha ($\text{m}^3/\text{det}/\text{ha}$)

P_n = Jumlah penduduk (orang)

q = Jumlah kebutuhan air limbah ($\text{m}^3/\text{det}/\text{orang}$), dimana diperkirakan besarnya air limbah yang masuk ke dalam saluran pembuangan yaitu 90% dari kebutuhan air minum maka nilai q dapat dihitung dengan $\rightarrow q = 90\% \times \text{kebutuhan air bersih}$. Dimana nilai kebutuhan air bersih dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut ini:

Tabel 3.4 Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga Per Orang Per Hari Menurut Kategori Kota

No	Kategori	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pemakaian Air (l/hari/jiwa)
1	Metropolitan	>1.000.000	150 – 200
2	Kota besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
3	Kota sedang	100.000 – 500.000	100 – 125
4	Kota kecil	20.000 – 100.000	90 – 110
5	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3.000 – 20.000	60 – 90

Sumber: SNI 6728.1:2015

A = Luas permukiman (ha)

Perhitungan debit drainase eksisting menggunakan rumus kecepatan rata-rata Manning. Rumus Manning digunakan karena merupakan rumus yang memiliki bentuk sangat sederhana namun memberikan hasil yang memuaskan, persamaan rumus ini adalah sebagai berikut (Gunadarma, 1997):

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.17)}$$

maka,

$$Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.18)}$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/s)

- n = Koefisien Manning saluran
 R = Jari-jari hidrolis saluran (m)
 S = Kemiringan dasar saluran
 Q = Debit saluran (m³/s)
 A = Luas penampang basah saluran (m²)

3.5.3 Evaluasi Sistem Drainase

Evaluasi dilakukan setelah mendapatkan nilai debit rencana dan nilai debit drainase eksisting, dimana nantinya nilai debit tersebut dibandingkan dengan ketentuan bahwa $Q_{rencana} < Q_{eksisting}$ (Permen PU No. 12 Tahun 2014).

3.5.4 Lubang Resapan Biopori (LRB)

Saluran drainase yang tidak memenuhi ketentuan berdasarkan hasil evaluasi akan diberikan solusi berupa pembuatan lubang resapan biopori, dengan harapan dapat mengurangi kelebihan air yang tidak mampu ditampung saluran drainase eksisting. Lokasi peletakkan lubang resapan biopori (LRB) nantinya akan dijelaskan pada sebuah peta untuk memudahkan ketika akan melakukan pemasangan LRB.

Dalam pembuatan lubang resapan biopori perlu diketahui terlebih dahulu besarnya debit yang dihasilkan dari pembuatan 1 lubang resapan biopori (LRB) yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.19 berikut ini (Sulistyaningtyas dkk., 2021):

$$Q_{LRB} = \text{Laju Infiltrasi LRB} \times \text{Luas Selimut LRB} \dots (\text{Persamaan 3.19})$$

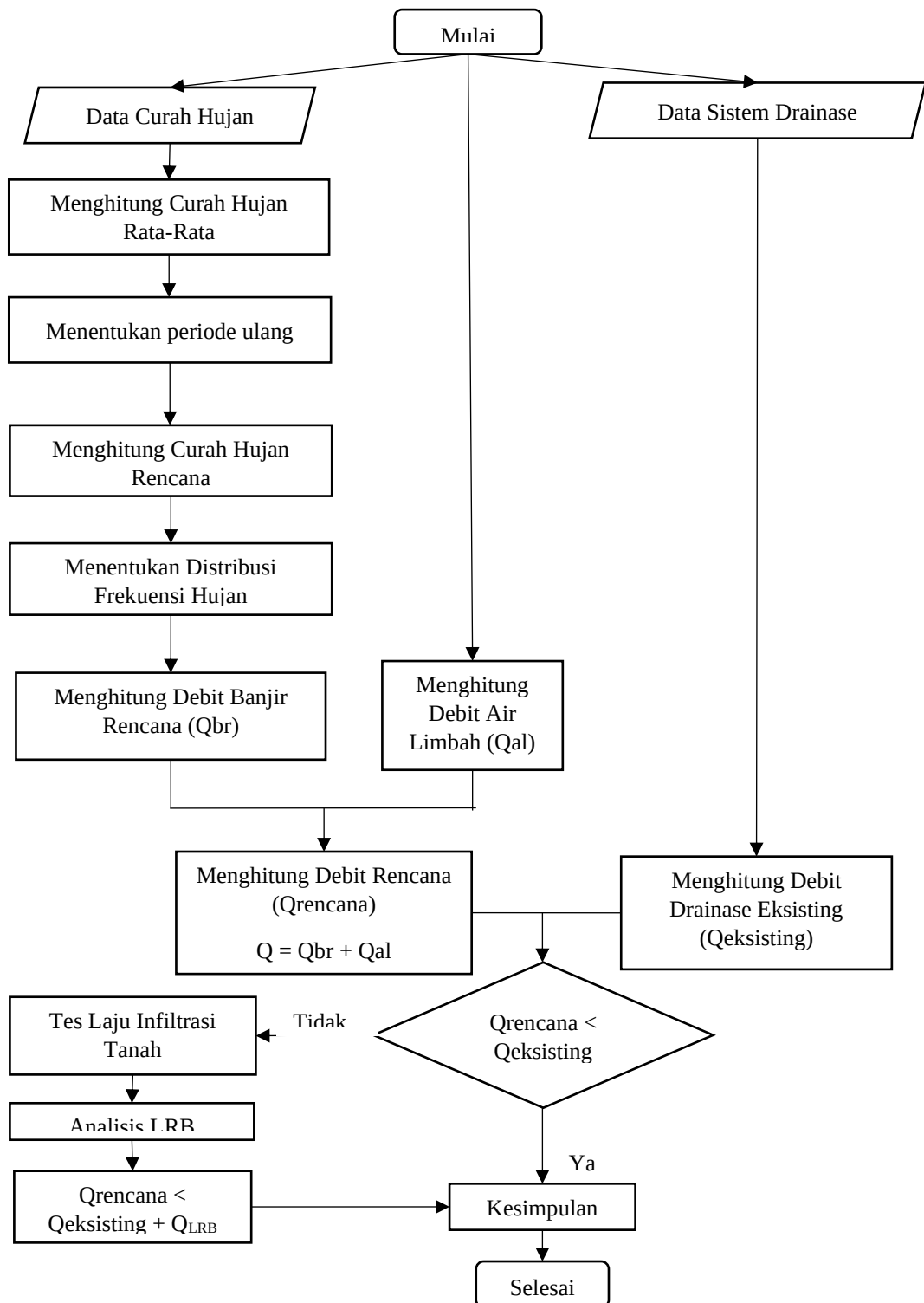
Dimana presentase reduksi debit limpasan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.20 berikut ini:

$$\% \text{Reduksi} = \frac{Q_{LRB}}{Q_{limpasan}} \times 100\% \dots (\text{Persamaan 3.20})$$

Kemudian, dihitung jumlah lubang resapan biopori (LRB) yang dibutuhkan agar genangan dapat tereduksi sebanyak 100% menggunakan Persamaan 3.21 berikut ini (Saves, 2021):

$$\Sigma LRB = \frac{(Q_{Hidrologi} - Q_{Hidrolika})}{Q_{LRB}} \dots (\text{Persamaan 3.21})$$

Skema analisis data pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3 di bawah ini:



Gambar 3.3 Skema Analisis Data

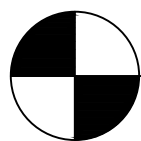
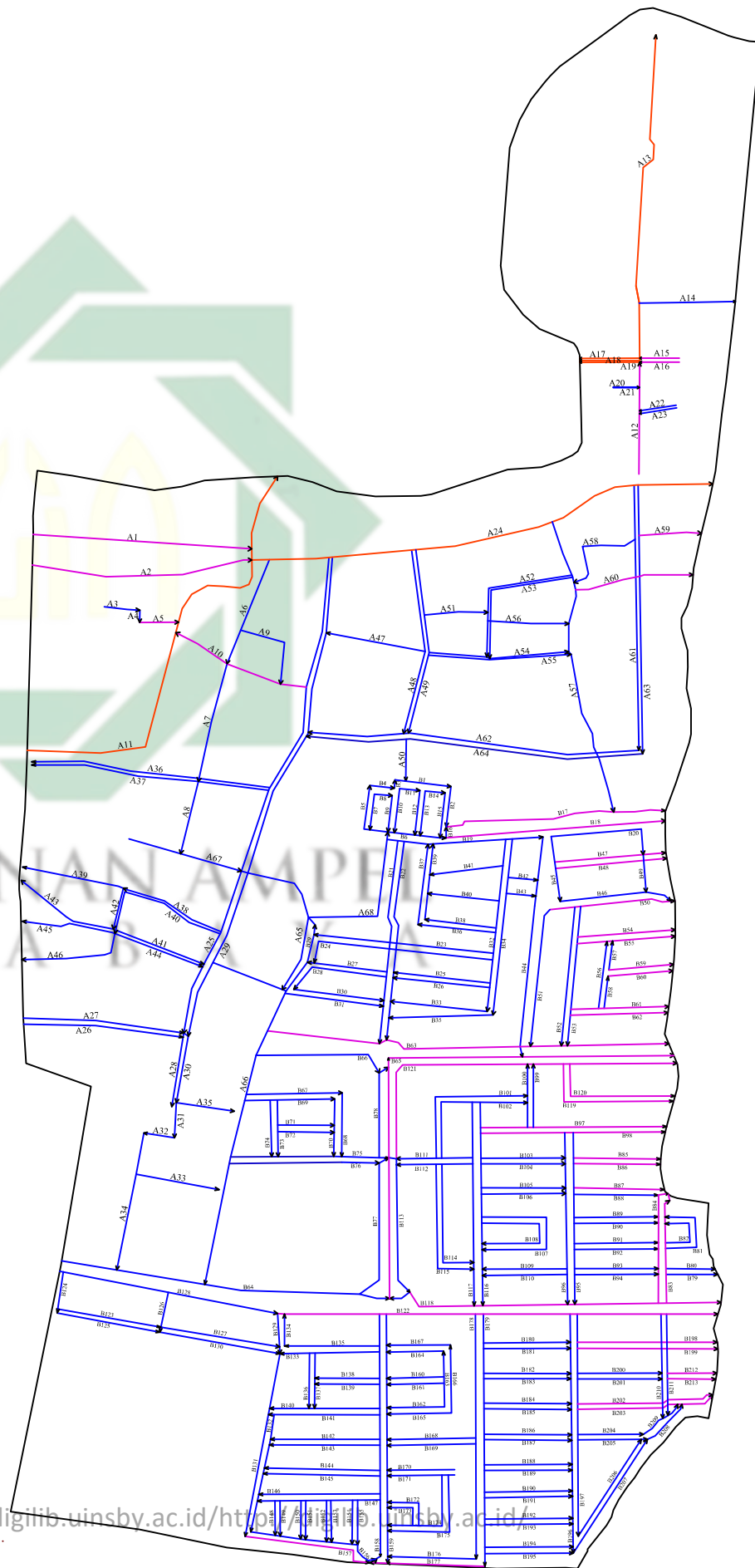
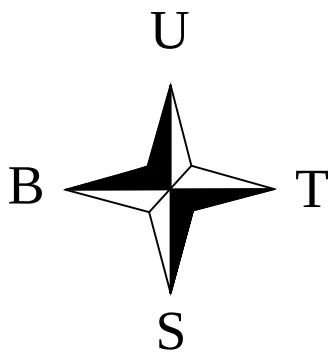
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

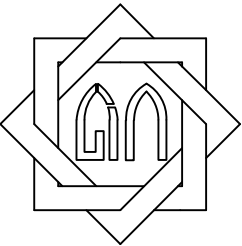
4.1 Kondisi Drainase Eksisting

Pengumpulan data saluran drainase pada penelitian ini didapatkan dari data primer yang merupakan hasil dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, serta data sekunder yang didapatkan dari Kantor Balai Desa Kureksari berupa rekap data drainase dan peta saluran drainase untuk saluran drainase di kompleks perumahan. Berdasarkan data sekunder saluran drainase, pembagian saluran dibagi berdasarkan ruas jalan yang ada di lokasi penelitian. Sedangkan untuk saluran drainase yang pengambilan datanya langsung di lapangan pembagian saluran dibedakan berdasarkan arah aliran airnya. Hal tersebut ditentukan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Satria dkk. (2020) yang menentukan arah aliran saluran untuk mengetahui kondisi eksisting drainase. Arah aliran saluran drainase ditentukan berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan dan perbedaan tinggi setiap saluran drainase yang ditentukan menggunakan aplikasi Global Mapper seperti yang dilakukan oleh Setiawan (2020) dalam penelitiannya yang berjudul Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Pramuka Kota Yogyakarta, D.I. Yogyakarta. Sehingga didapatkan peta saluran drainase di lokasi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Setiap saluran drainase kemudian dibedakan jenis salurannya berdasarkan sifat fisiknya yaitu saluran primer, saluran sekunder, dan saluran tersier yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa saluran drainase yang akan dianalisis pada penelitian ini berjumlah 281 saluran dengan jumlah masing-masing jenis saluran yaitu 6 saluran primer, 42 saluran sekunder, dan 233 saluran tersier.



Gambar 4.1 Peta Saluran Drainase
Skala 1:7500

 PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN AMPEL SURABAYA	Judul Gambar	Keterangan	Skala	Dibuat Oleh
	PETA SALURAN DRAINASE	— Batas Wilayah Desa	1:7500	Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo NIM. H75219034
		— Saluran Primer	Sumber	Dosen Pembimbing
		— Saluran Sekunder	Google Earth, 2023	Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T. Rr. Diah Nugraheni S., M.T.
		— Saluran Tersier		

Tabel 4.1 Data Saluran Drainase di Lokasi Penelitian

No	Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			Jenis Bahan	Bentuk Penampang
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	A1	Sekunder	0,29	0,495	258	Beton	Persegi
2	A2	Sekunder	3,23	1	260	Batu Kali	Persegi
3	A3	Tersier	0,29	0,3	43,1	Beton	Persegi
4	A4	Tersier	0,32	0,55	14,7	Beton	Persegi
5	A5	Sekunder	0,34	0,475	43,3	Beton	Persegi
6	A6	Tersier	1,6	1	129	U-Ditch	Persegi
7	A7	Tersier	1,6	1	143	U-Ditch	Persegi
8	A8	Tersier	1,6	1	93	U-Ditch	Persegi
9	A9	Tersier	0,4	0,25	105	Batu Bata	Persegi
10	A10	Sekunder	0,35	0,2	163	Batu Bata	Persegi
11	A11	Primer	7,9	1,335	542	Tanah	Persegi
12	A12	Sekunder	1	0,5	135	U-Ditch	Persegi
13	A13	Primer	1	0,5	402	U-Ditch	Persegi
14	A14	Tersier	1,15	0,9	115	Beton	Persegi
15	A15	Sekunder	0,35	0,3	47,7	Batu Bata	Persegi
16	A16	Sekunder	0,35	0,3	47,7	Batu Bata	Persegi
17	A17	Primer	0,35	0,3	72	Batu Bata	Persegi
18	A18	Primer	0,35	0,3	72	Batu Bata	Persegi
19	A19	Primer	0,35	0,3	72	Batu Bata	Persegi
20	A20	Tersier	0,3	0,1	32	Batu Bata	Persegi
21	A21	Tersier	0,3	0,1	32	Batu Bata	Persegi
22	A22	Tersier	0,4	0,15	45	Batu Bata	Persegi
23	A23	Tersier	0,4	0,15	46	Batu Bata	Persegi
24	A24	Primer	5,2	1,24	566	Batu Kali	Persegi
25	A25	Tersier	0,35	0,35	603	Batu Bata	Persegi
26	A26	Tersier	0,4	0,3	192	Batu Bata	Persegi
27	A27	Tersier	0,3	0,3	193	Batu Bata	Persegi
28	A28	Tersier	0,3	0,3	90	Batu Bata	Persegi
29	A29	Tersier	0,35	0,35	607	Batu Bata	Persegi
30	A30	Tersier	0,55	0,35	88	Batu Bata	Persegi
31	A31	Tersier	1,225	0,495	42	Batu Bata	Persegi
32	A32	Tersier	1,225	0,495	37	Batu Bata	Persegi
33	A33	Tersier	0,38	0,7	101	Batu Bata	Persegi
34	A34	Tersier	0,79	0,97	168	Batu Bata	Persegi
35	A35	Tersier	0,35	0,3	70	Batu Bata	Persegi
36	A36	Tersier	0,35	0,15	286	Batu Bata	Persegi
37	A37	Tersier	0,35	0,15	283	Batu Bata	Persegi
38	A38	Tersier	1	0,4	130	U-Ditch	Persegi
39	A39	Tersier	1,5	1	126	Batu Bata	Persegi
40	A40	Tersier	0,25	0,15	179	Batu Bata	Persegi

No	Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			Jenis Bahan	Bentuk Penampang
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
41	A41	Tersier	0,25	0,15	114	Batu Bata	Persegi
42	A42	Tersier	0,325	0,38	50	Batu Bata	Persegi
43	A43	Tersier	0,27	0,33	131	Batu Bata	Persegi
44	A44	Tersier	0,2	0,1	114	Batu Bata	Persegi
45	A45	Tersier	0,27	0,235	115	Batu Bata	Persegi
46	A46	Tersier	0,6	0,35	130	Batu Bata	Persegi
47	A47	Tersier	0,25	0,15	121	Batu Bata	Persegi
48	A48	Tersier	0,4	0,35	224	Batu Bata	Persegi
49	A49	Tersier	0,4	0,35	224	Batu Bata	Persegi
50	A50	Tersier	0,33	0,23	50	Batu Bata	Persegi
51	A51	Tersier	0,255	0,51	77	Batu Bata	Persegi
52	A52	Tersier	0,3	0,15	184	Batu Bata	Persegi
53	A53	Tersier	0,3	0,15	182	Batu Bata	Persegi
54	A54	Tersier	0,5	0,35	169	Batu Bata	Persegi
55	A55	Tersier	0,3	0,1	172	Batu Bata	Persegi
56	A56	Tersier	0,255	0,51	97	Batu Bata	Persegi
57	A57	Tersier	0,925	0,43	364	Beton	Persegi
58	A58	Tersier	0,5	0,2	121	Batu Bata	Persegi
59	A59	Sekunder	0,15	0,4	75	Beton	Persegi
60	A60	Sekunder	0,52	0,605	143	Batu Bata	Persegi
61	A61	Tersier	0,25	0,4	317	Batu Bata	Persegi
62	A62	Tersier	0,4	0,1	399	Batu Bata	Persegi
63	A63	Tersier	0,25	0,4	322	Batu Bata	Persegi
64	A64	Tersier	0,4	0,1	406	Batu Bata	Persegi
65	A65	Tersier	2	1	204	Batu Kali	Persegi
66	A66	Tersier	0,5	0,15	461	Batu Bata	Persegi
67	A67	Tersier	2	1,5	140	U-Ditch	Persegi
68	A68	Tersier	2,4	2	185	U-Ditch	Persegi
69	B1	Tersier	0,895	0,87	68	Batu Bata	Persegi
70	B2	Tersier	0,895	0,87	48	Batu Bata	Persegi
71	B3	Tersier	0,35	0,645	10	Batu Bata	Persegi
72	B4	Tersier	0,205	0,44	29,6	Batu Bata	Persegi
73	B5	Tersier	0,545	0,45	53	Batu Bata	Persegi
74	B6	Tersier	1,6	0,37	99	Batu Kali	Persegi
75	B7	Tersier	0,395	0,63	42,9	Batu Bata	Persegi
76	B8	Tersier	0,395	0,63	22	Batu Bata	Persegi
77	B9	Tersier	0,395	0,63	44	Batu Bata	Persegi
78	B10	Tersier	0,46	0,635	53	Batu Bata	Persegi
79	B11	Tersier	0,46	0,635	25	Batu Bata	Persegi
80	B12	Tersier	0,46	0,635	53	Batu Bata	Persegi
81	B13	Tersier	0,39	0,65	54	Batu Bata	Persegi
82	B14	Tersier	0,39	0,65	24	Batu Bata	Persegi

No	Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			Jenis Bahan	Bentuk Penampang
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
83	B15	Tersier	0,39	0,65	54	Batu Bata	Persegi
84	B16	Tersier	1,545	1,115	13	Batu Bata	Persegi
85	B17	Sekunder	1,88	0,485	267	Batu Bata	Persegi
86	B18	Sekunder	0,3	0,3	263	Batu Bata	Persegi
87	B19	Tersier	0,35	0,35	187	Batu Bata	Persegi
88	B20	Tersier	0,4	0,45	141	Batu Bata	Persegi
89	B21	Tersier	0,3	0,4	245	Batu Bata	Persegi
90	B22	Tersier	0,3	0,4	241	Batu Bata	Persegi
91	B23	Tersier	0,45	0,45	216	Batu Bata	Persegi
92	B24	Tersier	0,45	0,45	237	Batu Bata	Persegi
93	B25	Tersier	0,3	0,3	117	Batu Bata	Persegi
94	B26	Tersier	0,15	0,15	117	Batu Bata	Persegi
95	B27	Tersier	0,5	0,5	96	Batu Bata	Persegi
96	B28	Tersier	0,4	0,4	124	Batu Bata	Persegi
97	B29	Tersier	1,15	0,565	102	Batu Kali	Persegi
98	B30	Tersier	0,335	0,55	110	Batu Bata	Persegi
99	B31	Tersier	0,55	0,59	118	Batu Bata	Persegi
100	B32	Tersier	0,555	0,35	205	Batu Bata	Persegi
101	B33	Tersier	0,555	0,35	117	Batu Bata	Persegi
102	B34	Tersier	0,45	0,505	212	Batu Bata	Persegi
103	B35	Tersier	0,45	0,505	125	Batu Bata	Persegi
104	B36	Tersier	0,35	0,35	93	Batu Bata	Persegi
105	B37	Tersier	0,35	0,35	97	Batu Bata	Persegi
106	B38	Tersier	0,35	0,35	86	Batu Bata	Persegi
107	B39	Tersier	0,35	0,35	91	Batu Bata	Persegi
108	B40	Tersier	0,555	0,35	86	Batu Bata	Persegi
109	B41	Tersier	0,555	0,35	88	Batu Bata	Persegi
110	B42	Tersier	0,47	0,96	36	Batu Bata	Persegi
111	B43	Tersier	0,47	0,96	35,8	Batu Bata	Persegi
112	B44	Tersier	0,69	0,96	266	Batu Bata	Persegi
113	B45	Tersier	0,4	0,45	78	Batu Bata	Persegi
114	B46	Tersier	0,45	0,88	136	Batu Bata	Persegi
115	B47	Sekunder	0,3	0,4	134	Batu Bata	Persegi
116	B48	Sekunder	0,3	0,4	134	Batu Bata	Persegi
117	B49	Tersier	0,405	0,67	44	Batu Bata	Persegi
118	B50	Sekunder	0,57	1,18	150	Batu Bata	Persegi
119	B51	Tersier	0,5	0,45	167	Batu Bata	Persegi
120	B52	Tersier	0,57	0,6	167	Batu Bata	Persegi
121	B53	Tersier	0,56	0,52	168	Batu Bata	Persegi
122	B54	Sekunder	0,55	0,47	117	Batu Bata	Persegi
123	B55	Sekunder	0,365	0,57	118	Batu Bata	Persegi
124	B56	Tersier	0,33	0,48	81	Batu Bata	Persegi

No	Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			Jenis Bahan	Bentuk Penampang
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
125	B57	Tersier	0,55	0,57	35,1	Batu Bata	Persegi
126	B58	Tersier	0,55	0,57	38,6	Batu Bata	Persegi
127	B59	Sekunder	0,36	0,57	78	Batu Bata	Persegi
128	B60	Sekunder	0,52	0,57	78	Batu Bata	Persegi
129	B61	Sekunder	0,3	0,6	117	Batu Bata	Persegi
130	B62	Sekunder	0,595	0,78	117	Batu Bata	Persegi
131	B63	Sekunder	1	0,6	488	Batu Bata	Persegi
132	B64	Tersier	0,35	0,1	398	Batu Bata	Persegi
133	B65	Sekunder	2,7	2	631	Batu Bata	Persegi
134	B66	Tersier	0,86	0,6	160	Batu Bata	Persegi
135	B67	Tersier	0,325	0,56	114	Batu Bata	Persegi
136	B68	Tersier	0,325	0,56	76	Batu Bata	Persegi
137	B69	Tersier	0,325	0,56	107	Batu Bata	Persegi
138	B70	Tersier	0,325	0,56	69	Batu Bata	Persegi
139	B71	Tersier	0,28	0,66	67	Batu Bata	Persegi
140	B72	Tersier	0,405	0,46	68	Batu Bata	Persegi
141	B73	Tersier	0,31	0,58	67	Batu Bata	Persegi
142	B74	Tersier	0,35	0,53	68	Batu Bata	Persegi
143	B75	Tersier	0,525	0,775	190	Batu Bata	Persegi
144	B76	Tersier	0,69	0,775	180	Batu Bata	Persegi
145	B77	Tersier	0,925	0,45	183	Beton	Persegi
146	B78	Tersier	0,9	0,4	115	Beton	Persegi
147	B79	Tersier	0,35	0,25	62	Batu Bata	Persegi
148	B80	Tersier	0,3	0,5	59	Batu Bata	Persegi
149	B81	Tersier	0,25	0,2	108	Batu Bata	Persegi
150	B82	Tersier	0,25	0,25	80	Batu Bata	Persegi
151	B83	Sekunder	0,44	0,635	119	Beton	Persegi
152	B84	Sekunder	0,5	0,6	141	Beton	Persegi
153	B85	Sekunder	0,4	0,2	105	Batu Bata	Persegi
154	B86	Sekunder	0,4	0,2	105	Batu Bata	Persegi
155	B87	Sekunder	0,355	0,46	109	Beton	Persegi
156	B88	Tersier	0,4	0,6	101	Batu Bata	Persegi
157	B89	Tersier	0,25	0,3	101	Batu Bata	Persegi
158	B90	Tersier	0,25	0,3	101	Batu Bata	Persegi
159	B91	Tersier	0,3	0,25	101	Batu Bata	Persegi
160	B92	Tersier	0,3	0,2	101	Batu Bata	Persegi
161	B93	Tersier	0,3	0,35	101	Batu Bata	Persegi
162	B94	Tersier	0,2	0,15	101	Batu Bata	Persegi
163	B95	Tersier	0,39	0,65	206	Batu Bata	Persegi
164	B96	Tersier	0,4	0,475	206	Batu Bata	Persegi
165	B97	Sekunder	1	0,35	223,8	Batu Bata	Persegi
166	B98	Sekunder	0,5	1	222,2	Batu Bata	Persegi

No	Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			Jenis Bahan	Bentuk Penampang
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
167	B99	Tersier	0,3	0,25	76	Batu Bata	Persegi
168	B100	Tersier	0,65	0,3	76	Batu Bata	Persegi
169	B101	Tersier	0,3	0,25	185	Batu Bata	Persegi
170	B102	Tersier	0,55	0,3	171	Batu Bata	Persegi
171	B103	Tersier	0,3	0,2	101	Batu Bata	Persegi
172	B104	Tersier	0,35	0,2	101	Batu Bata	Persegi
173	B105	Tersier	0,45	0,25	101	Batu Bata	Persegi
174	B106	Tersier	0,3	0,25	101	Batu Bata	Persegi
175	B107	Tersier	0,3	0,25	193	Batu Bata	Persegi
176	B108	Tersier	0,3	0,25	161	Batu Bata	Persegi
177	B109	Tersier	0,25	0,2	101	Batu Bata	Persegi
178	B110	Tersier	0,25	0,2	101	Batu Bata	Persegi
179	B111	Tersier	0,5	0,4	101	Batu Bata	Persegi
180	B112	Tersier	0,5	0,4	92	Batu Bata	Persegi
181	B113	Tersier	0,94	0,4	192	Beton	Persegi
182	B114	Tersier	0,35	0,25	155	Batu Bata	Persegi
183	B115	Tersier	0,35	0,25	169	Batu Bata	Persegi
184	B116	Tersier	0,59	0,65	244	Beton	Persegi
185	B117	Tersier	0,66	0,75	244	Beton	Persegi
186	B118	Sekunder	0,52	0,63	382	Beton	Persegi
187	B119	Sekunder	0,35	0,45	177,5	Batu Bata	Persegi
188	B120	Sekunder	0,35	0,45	164,7	Batu Bata	Persegi
189	B121	Sekunder	0,94	0,5	437	Batu Bata	Persegi
190	B122	Sekunder	0,585	0,45	529	Beton	Persegi
191	B123	Tersier	0,2	0,1	126	Batu Bata	Persegi
192	B124	Tersier	0,525	0,25	49	Batu Bata	Persegi
193	B125	Tersier	0,525	0,25	126	Batu Bata	Persegi
194	B126	Tersier	1,15	0,35	49	Batu Bata	Persegi
195	B127	Tersier	0,2	0,1	144	Batu Bata	Persegi
196	B128	Tersier	0,6	0,35	266	Batu Bata	Persegi
197	B129	Tersier	0,6	0,35	48	Batu Bata	Persegi
198	B130	Tersier	1	0,7	146	Batu Bata	Persegi
199	B131	Tersier	0,87	0,745	224	Batu Bata	Persegi
200	B132	Tersier	0,295	0,78	144	Batu Bata	Persegi
201	B133	Tersier	0,25	0,2	119	Batu Bata	Persegi
202	B134	Tersier	0,3	0,3	37,9	Batu Bata	Persegi
203	B135	Tersier	0,45	0,25	114	Batu Bata	Persegi
204	B136	Tersier	0,3	0,3	66	Batu Bata	Persegi
205	B137	Tersier	0,3	0,3	66	Batu Bata	Persegi
206	B138	Tersier	0,3	0,2	77	Batu Bata	Persegi
207	B139	Tersier	0,3	0,2	77	Batu Bata	Persegi
208	B140	Tersier	0,2	0,1	134	Batu Bata	Persegi

No	Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			Jenis Bahan	Bentuk Penampang
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
209	B141	Tersier	0,2	0,1	134	Batu Bata	Persegi
210	B142	Tersier	0,3	0,1	130	Batu Bata	Persegi
211	B143	Tersier	0,3	0,1	132	Batu Bata	Persegi
212	B144	Tersier	0,2	0,1	138	Batu Bata	Persegi
213	B145	Tersier	0,2	0,1	140	Batu Bata	Persegi
214	B146	Tersier	0,3	0,45	145	Batu Bata	Persegi
215	B147	Tersier	0,3	0,45	147	Batu Bata	Persegi
216	B148	Tersier	0,3	0,45	41,4	Batu Bata	Persegi
217	B149	Tersier	0,3	0,45	42,4	Batu Bata	Persegi
218	B150	Tersier	0,3	0,45	46	Batu Bata	Persegi
219	B151	Tersier	0,3	0,45	46,8	Batu Bata	Persegi
220	B152	Tersier	0,3	0,45	49,5	Batu Bata	Persegi
221	B153	Tersier	0,3	0,45	50	Batu Bata	Persegi
222	B154	Tersier	0,3	0,45	52	Batu Bata	Persegi
223	B155	Tersier	0,3	0,45	53	Batu Bata	Persegi
224	B156	Tersier	0,3	0,45	163	Batu Bata	Persegi
225	B157	Sekunder	1	1	164	Batu Bata	Persegi
226	B158	Tersier	0,35	0,8	303	Batu Bata	Persegi
227	B159	Tersier	0,35	0,8	299	Batu Bata	Persegi
228	B160	Tersier	0,45	0,15	69	Batu Bata	Persegi
229	B161	Tersier	0,45	0,15	69	Batu Bata	Persegi
230	B162	Tersier	0,35	0,35	69	Batu Bata	Persegi
231	B163	Tersier	0,45	0,25	67	Batu Bata	Persegi
232	B164	Tersier	0,2	0,15	69	Batu Bata	Persegi
233	B165	Tersier	0,35	0,35	76	Batu Bata	Persegi
234	B166	Tersier	0,45	0,25	82	Batu Bata	Persegi
235	B167	Tersier	0,2	0,15	76	Batu Bata	Persegi
236	B168	Tersier	0,3	0,2	106	Batu Bata	Persegi
237	B169	Tersier	0,3	0,2	106	Batu Bata	Persegi
238	B170	Tersier	0,3	0,15	80	Batu Bata	Persegi
239	B171	Tersier	0,3	0,15	80	Batu Bata	Persegi
240	B172	Tersier	0,3	0,15	65	Batu Bata	Persegi
241	B173	Tersier	0,3	0,15	52	Batu Bata	Persegi
242	B174	Tersier	0,3	0,15	126	Batu Bata	Persegi
243	B175	Tersier	0,3	0,15	142	Batu Bata	Persegi
244	B176	Tersier	0,3	0,3	106	Batu Bata	Persegi
245	B177	Sekunder	0,45	0,45	138	Batu Bata	Persegi
246	B178	Tersier	0,45	0,3	294	Batu Bata	Persegi
247	B179	Tersier	0,45	0,3	301	Batu Bata	Persegi
248	B180	Tersier	0,25	0,2	105	Batu Bata	Persegi
249	B181	Tersier	0,25	0,2	105	Batu Bata	Persegi
250	B182	Tersier	0,25	0,15	105	Batu Bata	Persegi

No	Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			Jenis Bahan	Bentuk Penampang
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
251	B183	Tersier	0,25	0,15	105	Batu Bata	Persegi
252	B184	Tersier	0,25	0,2	105	Batu Bata	Persegi
253	B185	Tersier	0,25	0,2	105	Batu Bata	Persegi
254	B186	Tersier	0,4	0,3	105	Batu Bata	Persegi
255	B187	Tersier	0,4	0,3	105	Batu Bata	Persegi
256	B188	Tersier	0,4	0,25	105	Batu Bata	Persegi
257	B189	Tersier	0,2	0,15	105	Batu Bata	Persegi
258	B190	Tersier	0,3	0,2	105	Batu Bata	Persegi
259	B191	Tersier	0,3	0,2	105	Batu Bata	Persegi
260	B192	Tersier	0,45	0,25	105	Batu Bata	Persegi
261	B193	Tersier	0,45	0,25	105	Batu Bata	Persegi
262	B194	Tersier	0,3	0,2	105	Batu Bata	Persegi
263	B195	Tersier	0,3	0,2	105	Batu Bata	Persegi
264	B196	Tersier	0,4	0,2	186	Batu Bata	Persegi
265	B197	Tersier	0,4	0,2	265	Batu Bata	Persegi
266	B198	Sekunder	0,4	0,35	164	Batu Bata	Persegi
267	B199	Sekunder	0,4	0,35	164	Batu Bata	Persegi
268	B200	Tersier	0,35	0,3	101	Batu Bata	Persegi
269	B201	Tersier	0,35	0,3	101	Batu Bata	Persegi
270	B202	Sekunder	0,5	0,35	164	Batu Bata	Persegi
271	B203	Sekunder	0,5	0,35	167	Batu Bata	Persegi
272	B204	Tersier	0,4	0,2	78	Batu Bata	Persegi
273	B205	Tersier	0,4	0,25	82	Batu Bata	Persegi
274	B206	Tersier	0,5	0,3	138	Batu Bata	Persegi
275	B207	Tersier	0,5	0,3	162	Batu Bata	Persegi
276	B208	Tersier	0,35	0,3	61	Batu Bata	Persegi
277	B209	Tersier	0,35	0,3	55	Batu Bata	Persegi
278	B210	Tersier	0,2	0,3	125	Batu Bata	Persegi
279	B211	Tersier	0,2	0,3	121	Batu Bata	Persegi
280	B212	Sekunder	0,7	0,5	58	Batu Bata	Persegi
281	B213	Sekunder	0,7	0,5	57	Batu Bata	Persegi

4.2 Debit Drainase

Debit drainase yang dihitung pada penelitian ini meliputi debit banjir rencana, debit air limbah, dan debit drainase eksisting. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum dari suatu sistem drainase yang perhitungannya berdasarkan periode ulang tertentu (Permen PU 12 Tahun 2014), dimana pada penelitian ini debit banjir rencana perlu dihitung untuk mengetahui berapa besar debit yang seharusnya mampu ditampung oleh saluran drainase yang ada

di lokasi penelitian. Kemudian, debit air limbah pada penelitian ini perlu dihitung besarnya karena sistem drainase yang ada di lokasi penelitian merupakan sistem drainase tercampur atau gabungan yaitu sistem drainase yang mengalirkan air gabungan antara air hujan dan air buangan atau air limbah melalui satu saluran terbuka atau pipa-pipa yang sama (Saidah dkk., 2021). Perhitungan debit drainase eksisting juga dilakukan untuk mengetahui besarnya debit yang mampu ditampung oleh saluran drainase yang ada di lokasi penelitian.

4.2.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Sebelum menghitung debit drainase, dilakukan uji konsistensi terlebih dahulu pada data curah hujan yang akan digunakan agar dapat mengetahui kebenaran data yang digunakan. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data curah hujan harian maksimum 10 tahun terakhir (2013–2022) pada empat stasiun penakar hujan yang lokasinya dekat dengan lokasi penelitian. Stasiun penakar hujan tersebut yaitu Stasiun Bono, Stasiun Ketegan, Stasiun Seruni, dan Stasiun Sedati. Data curah hujan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Harian Maksimum 10 Tahun Terakhir

Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)			
	Sta. Bono	Sta. Ketegan	Sta. Seruni	Sta. Sedati
2013	155	110	102	142
2014	157	125	170	110
2015	100	100	112	95
2016	105	165	150	90
2017	80	120	115	66
2018	88	110	158	95
2019	170	80	178	125
2020	98	145	112	75
2021	88	107	133	82
2022	95	93	108	57

Sumber: Dinas PU Bina Marga dan SDA Kabupaten Sidoarjo, 2023

Pada data curah hujan tersebut kemudian dilakukan uji konsistensi data dengan menggunakan Metode *Curve Massa* Ganda agar dapat diketahui

apakah data lapangan yang diperoleh tersebut telah konsisten atau tidak. Berikut ini merupakan hasil uji konsistensi data curah hujan pada setiap stasiun penakar hujan yang telah ditentukan:

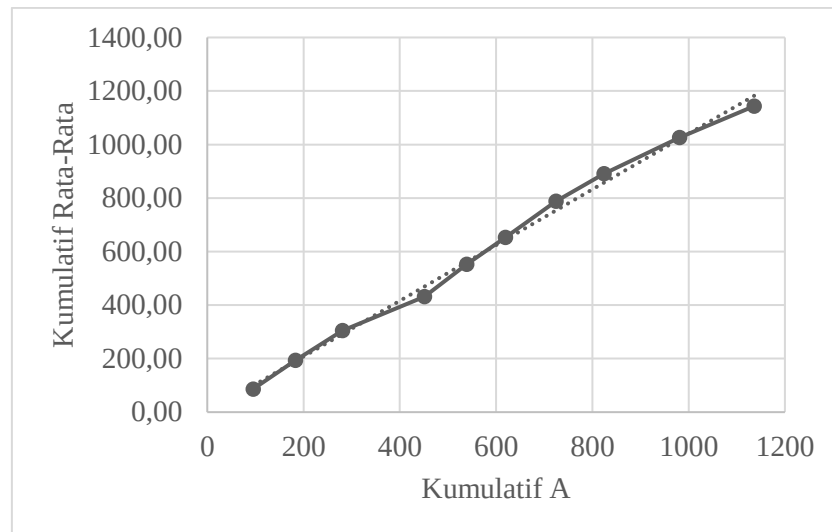
1. Stasiun Bono

Uji konsistensi di Stasiun Bono dilakukan dengan membandingkan nilai kumulatif dari data hujan harian maksimum di Stasiun Bono dengan nilai kumulatif hujan harian maksimum rata-rata di Stasiun Ketegan, Stasiun Seruni, dan Stasiun Sedati. Hasil uji konsistensi di Stasiun Bono dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Bono

Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)				Rata-Rata Stasiun	Kumulatif Stasiun	
	A	B	C	D	(B, C, dan D)	A	Rata-Rata
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2022	95	93	108	57	86,00	95	86,00
2021	88	107	133	82	107,33	183	193,33
2020	98	145	112	75	110,67	281	304,00
2019	170	80	178	125	127,67	451	431,67
2018	88	110	158	95	121,00	539	552,67
2017	80	120	115	66	100,33	619	653,00
2016	105	165	150	90	135,00	724	788,00
2015	100	100	112	95	102,33	824	890,33
2014	157	125	170	110	135,00	981	1025,33
2013	155	110	102	142	118,00	1136	1143,33

Hasil kumulatif stasiun dari tabel perhitungan di atas kemudian disajikan dalam bentuk grafik garis linear sehingga akan diketahui konsistensi data curah hujan di Stasiun Bono yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Dari tersebut dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan kemiringan kurva yang signifikan sehingga data hujan harian maksimum di Stasiun Bono dapat dikatakan konsisten dan tidak perlu dilakukan koreksi data.



Gambar 4.2 Kurva Massa Ganda Stasiun Bono

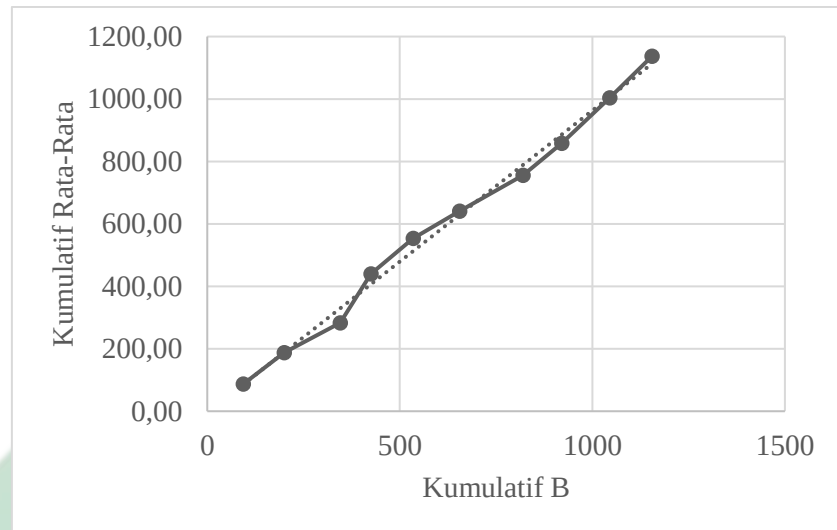
2. Stasiun Ketegan

Uji konsistensi di Stasiun Ketegan dilakukan dengan membandingkan nilai kumulatif dari data hujan harian maksimum di Stasiun Ketegan dengan nilai kumulatif hujan harian maksimum rata-rata di Stasiun Bono, Stasiun Seruni, dan Stasiun Sedati. Hasil uji konsistensi di Stasiun Ketegan dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Ketegan

Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)				Rata-Rata Stasiun	Kumulatif Stasiun	
	A	B	C	D	(A, C, dan D)	B	Rata-Rata
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2022	95	93	108	57	86,67	93	86,67
2021	88	107	133	82	101,00	200	187,67
2020	98	145	112	75	95,00	345	282,67
2019	170	80	178	125	157,67	425	440,33
2018	88	110	158	95	113,67	535	554,00
2017	80	120	115	66	87,00	655	641,00
2016	105	165	150	90	115,00	820	756,00
2015	100	100	112	95	102,33	920	858,33
2014	157	125	170	110	145,67	1045	1004,00
2013	155	110	102	142	133,00	1155	1137,00

Hasil kumulatif stasiun dari tabel perhitungan di atas kemudian disajikan dalam bentuk grafik garis linear sehingga akan diketahui konsistensi data curah hujan di Stasiun Ketegan yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4.3 Kurva Massa Ganda Stasiun Ketegan

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan kemiringan kurva yang signifikan sehingga data hujan harian maksimum di Stasiun Ketegan dapat dikatakan konsisten dan tidak perlu dilakukan koreksi data.

3. Stasiun Seruni

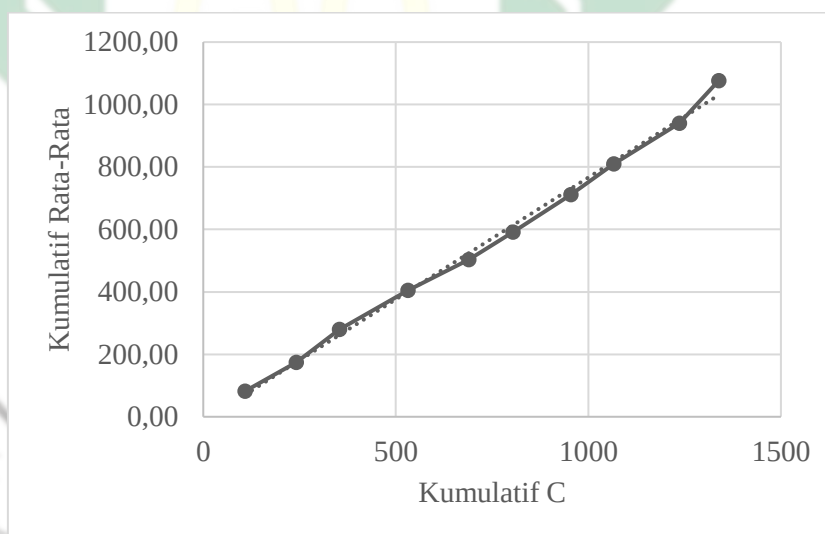
Uji konsistensi di Stasiun Seruni dilakukan dengan membandingkan nilai kumulatif dari data hujan harian maksimum di Stasiun Seruni dengan nilai kumulatif hujan harian maksimum rata-rata di Stasiun Bono, Stasiun Ketegan, dan Stasiun Sedati. Hasil uji konsistensi di Stasiun Seruni dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Seruni

Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)				Rata-Rata Stasiun	Kumulatif Stasiun	
	A	B	C	D	(A, B, dan D)	C	Rata-Rata
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2022	95	93	108	57	81,67	108	81,67

Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)				Rata-Rata Stasiun	Kumulatif Stasiun	
	A	B	C	D	(A, B, dan D)	C	Rata-Rata
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2021	88	107	133	82	92,33	241	174,00
2020	98	145	112	75	106,00	353	280,00
2019	170	80	178	125	125,00	531	405,00
2018	88	110	158	95	97,67	689	502,67
2017	80	120	115	66	88,67	804	591,33
2016	105	165	150	90	120,00	954	711,33
2015	100	100	112	95	98,33	1066	809,67
2014	157	125	170	110	130,67	1236	940,33
2013	155	110	102	142	135,67	1338	1076,00

Hasil kumulatif stasiun dari tabel perhitungan di atas kemudian disajikan dalam bentuk grafik garis linear sehingga akan diketahui konsistensi data curah hujan di Stasiun Seruni yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4.4 Kurva Massa Ganda Stasiun Seruni

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan kemiringan kurva yang signifikan sehingga data hujan harian maksimum di Stasiun Seruni dapat dikatakan konsisten dan tidak perlu dilakukan koreksi data.

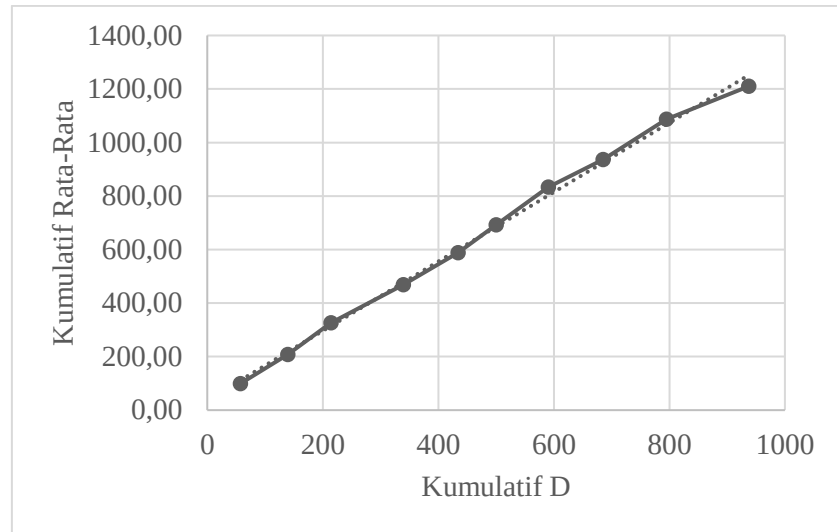
4. Stasiun Sedati

Uji konsistensi di Stasiun Sedati dilakukan dengan membandingkan nilai kumulatif dari data hujan harian maksimum di Stasiun Sedati dengan nilai kumulatif hujan harian maksimum rata-rata di Stasiun Bono, Stasiun Ketegan, dan Stasiun Seruni. Hasil uji konsistensi di Stasiun Sedati dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Sedati

Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)				Rata-Rata Stasiun	Kumulatif Stasiun	
	A	B	C	D	(A, B, dan C)	D	Rata-Rata
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2022	95	93	108	57	98,67	57	98,67
2021	88	107	133	82	109,33	139	208,00
2020	98	145	112	75	118,33	214	326,33
2019	170	80	178	125	142,67	339	469,00
2018	88	110	158	95	118,67	434	587,67
2017	80	120	115	66	105,00	500	692,67
2016	105	165	150	90	140,00	590	832,67
2015	100	100	112	95	104,00	685	936,67
2014	157	125	170	110	150,67	795	1087,33
2013	155	110	102	142	122,33	937	1209,67

Hasil kumulatif stasiun dari tabel perhitungan di atas kemudian disajikan dalam bentuk grafik garis linear sehingga akan diketahui konsistensi data curah hujan di Stasiun Sedati yang dapat dilihat pada Gambar 4.5. Dari tersebut dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan kemiringan kurva yang signifikan sehingga data hujan harian maksimum di Stasiun Sedati dapat dikatakan konsisten dan tidak perlu dilakukan koreksi data.



Gambar 4.5 Kurva Massa Ganda Stasiun Sedati

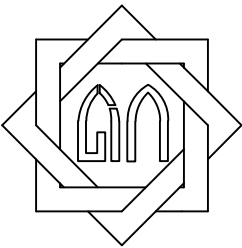
Hasil uji konsistensi data curah hujan harian maksimum pada empat stasiun yang telah ditentukan menunjukkan bahwa keempat data tersebut konsisten yang artinya data curah hujan tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti cara pengukuran hujan di lapangan dan perubahan lingkungan di sekitarnya (Kamiana, 2011).

4.2.2 Debit Banjir Rencana

Dalam menghitung besarnya debit banjir rencana dilakukan suatu analisis terhadap data curah hujan yang disebut analisis hidrologi, dimana analisis tersebut dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Perhitungan Hujan Rata-Rata

Perhitungan hujan rata-rata dilakukan karena menurut Suripin (2004), hujan sangat bervariasi terhadap tempat sehingga untuk suatu kawasan yang luas diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari nilai rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di sekitar kawasan tersebut. Di sekitar lokasi penelitian terdapat empat stasiun penakar hujan terdekat yaitu Stasiun Bono, Stasiun Ketegan, Stasiun Seruni, dan Stasiun Sedati. 4 lokasi stasiun penakar hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini:



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Judul Gambar

LOKASI
PENAKAR HUJAN

Keterangan

- Batas Wilayah Desa
- Stasiun Hujan

Sumber

Google Earth, 2023

Skala

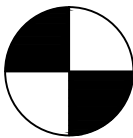
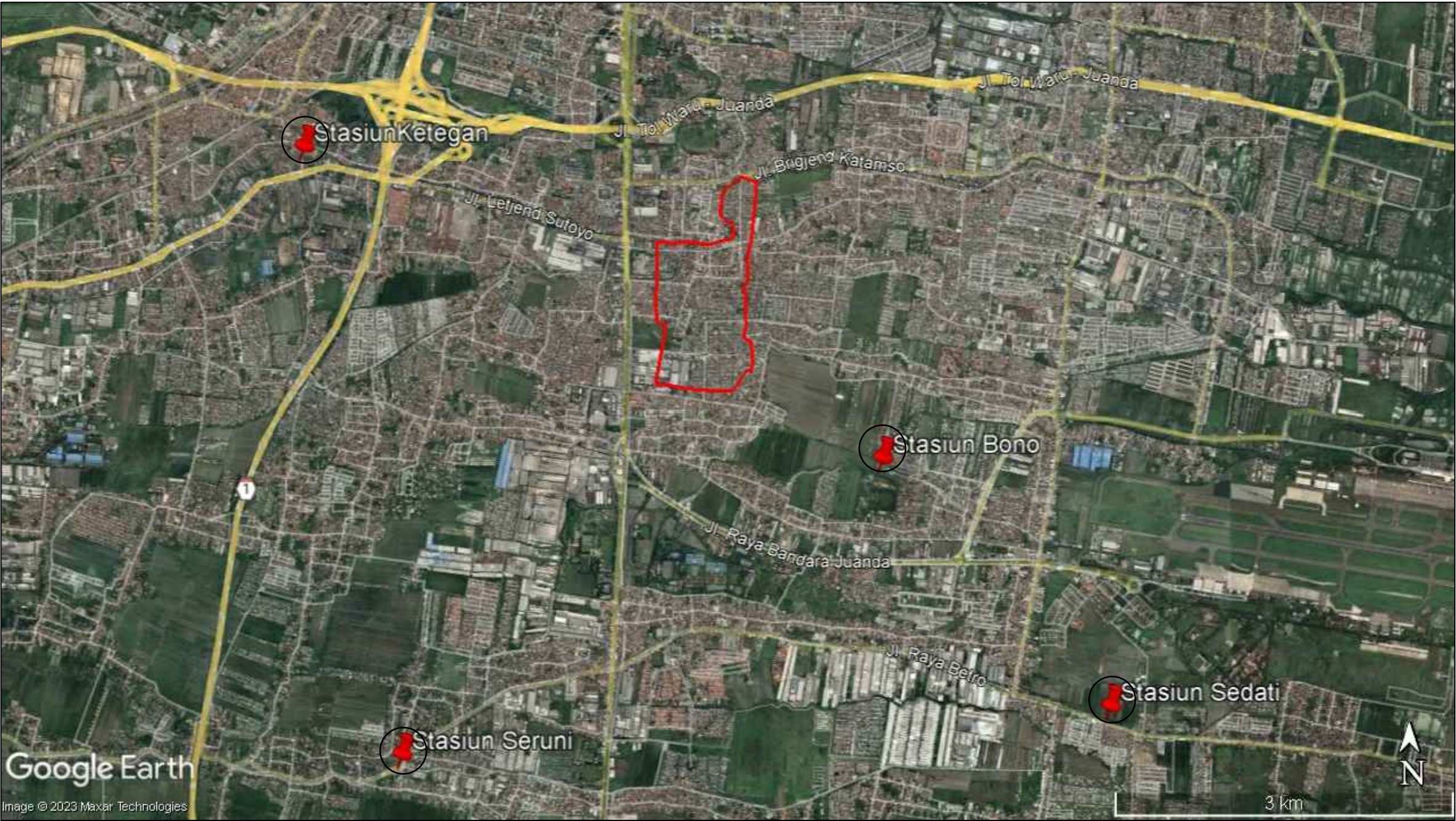
NTS

Dibuat Oleh

Yasmin Fadhillah Putri Prasetyo
NIM. H75219034

Dosen Pembimbing

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
Rr. Diah Nugraheni S., M.T.



Gambar 4.6 Lokasi Penakar Hujan
NTS

Metode yang digunakan untuk menghitung hujan rata-rata pada penelitian ini yaitu metode rata-rata aljabar, dimana perhitungan dengan menggunakan metode ini dilakukan dengan menjumlahkan nilai curah hujan harian maksimum di setiap stasiun penakar hujan kemudian dibagi dengan banyaknya stasiun penakar hujan. Berikut adalah contoh perhitungan hujan rata-rata dengan metode rata-rata aljabar pada tahun 2013.

Diketahui:

- a. Hujan harian maksimum di stasiun bono terjadi pada tanggal 26 November 2013 dengan nilai 155 mm. Hujan harian maksimum di stasiun ketegan, seruni, dan sedati pada tanggal tersebut berturut-turut yaitu 90 mm, 91 mm, dan 142 mm.
- b. Hujan harian maksimum di stasiun ketegan terjadi pada tanggal 10 Desember 2013 dengan nilai 110 mm. Hujan harian maksimum di stasiun bono, seruni, dan sedati pada tanggal tersebut berturut-turut yaitu 25 mm, 76 mm, dan 0 atau tidak terjadi hujan.
- c. Hujan harian maksimum di stasiun seruni terjadi pada tanggal 18 Desember 2013 dengan nilai 102 mm. Hujan harian maksimum di stasiun bono, ketegan, dan sedati pada tanggal tersebut berturut-turut yaitu 55 mm, 47 mm, dan 0 atau tidak terjadi hujan.
- d. Hujan harian maksimum stasiun di stasiun sedati terjadi pada tanggal 26 November 2013 dengan nilai 142 mm. Hujan harian maksimum di stasiun bono, ketegan, dan seruni pada tanggal tersebut berturut-turut yaitu 155 mm, 90 mm, dan 91 mm.

Menghitung hujan harian maksimum rata-rata:

- a. Menentukan hujan harian rata-rata menggunakan Persamaan 3.1 untuk setiap tanggal terjadinya hujan harian maksimum di setiap stasiun hujan

$$26 \text{ November } 2013 = \frac{(155+90+91+142)}{4} = 119,5 \text{ mm}$$

$$10 \text{ Desember } 2013 = \frac{(25+110+76+0)}{4} = 52,75 \text{ mm}$$

$$18 \text{ Desember } 2013 = \frac{(55+47+102+0)}{4} = 51 \text{ mm}$$

$$26 \text{ November } 2013 = \frac{(155+90+91+142)}{4} = 119,5 \text{ mm}$$

- b. Menentukan hujan harian maksimum dengan melihat hasil hujan harian rata-rata yang terbesar yaitu 119,5 mm.

Hasil perhitungan hujan rata-rata dengan metode rata-rata aljabar pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini:

Tabel 4.7 Hujan Harian Maksimum Rata-Rata Metode Rata-Rata Aljabar

No	Tahun	Bulan	Tanggal	Sta. Bono	Sta. Ketegan	Sta. Seruni	Sta. Sedati	Hujan Harian Rata-Rata (mm)	Hujan Harian Maksimum Rata-Rata (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	2013	Nov	26	155	90	91	142	119,5	119,5
		Des	10	25	110	76	0	52,75	
		Des	18	55	47	102	0	51	
		Nov	26	155	90	91	142	119,5	
2	2014	Jun	17	157	110	170	110	136,75	136,75
		Des	19	49	125	17	48	59,75	
		Jun	17	157	110	170	110	136,75	
		Jun	17	157	110	170	110	136,75	
3	2015	Mar	19	100	27	112	95	83,5	83,5
		Des	7	40	100	28	53	55,25	
		Mar	19	100	27	112	95	83,5	
		Mar	19	100	27	112	95	83,5	
4	2016	Jul	15	105	35	100	28	67	116,75
		Okt	10	85	165	150	67	116,75	
		Okt	10	85	165	150	67	116,75	
		Feb	9	45	145	56	90	84	
5	2017	Nov	18	80	45	38	66	57,25	76
		Nov	25	48	120	103	33	76	
		Des	7	14	73	115	29	57,75	
		Nov	18	80	45	38	66	57,25	
6	2018	Nov	26	88	35	158	0	70,25	70,25
		Des	15	0	110	24	0	33,5	
		Nov	26	88	35	158	0	70,25	
		Apr	2	59	4	38	95	49	
7	2019	Jan	21	170	80	178	125	138,25	138,25
		Jan	21	170	80	178	125	138,25	
		Jan	21	170	80	178	125	138,25	

No	Tahun	Bulan	Tanggal	Sta. Bono	Sta. Ketegan	Sta. Seruni	Sta. Sedati	Hujan Harian Rata-Rata (mm)	Hujan Harian Maksimum Rata-Rata (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
		Jan	21	170	80	178	125	138,25	
8	2020	Feb	26	98	25	112	34	67,25	88
		Apr	9	7	145	50	0	50,5	
		Feb	26	98	25	112	34	67,25	
		Mei	29	88	95	94	75	88	
9	2021	Jan	8	88	107	60	60	78,75	78,75
		Jan	8	88	107	60	60	78,75	
		Sep	15	32	90	133	25	70	
		Jun	24	71	15	115	82	70,75	
10	2022	Mar	21	95	12	70	47	56	72,5
		Mar	11	87	93	53	57	72,5	
		Jan	31	58	70	108	24	65	
		Mar	11	87	93	53	57	72,5	

Dari tabel perhitungan di atas maka didapatkan nilai hujan rata-rata di lokasi penelitian pada Tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Tahun	Hujan Harian Maksimum Rata-Rata (mm)
2013	119,5
2014	136,75
2015	83,5
2016	116,75
2017	76
2018	70,25
2019	138,25
2020	88
2021	78,75
2022	72,5

2. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana diperoleh melalui analisis frekuensi data curah hujan dengan beberapa metode distribusi frekuensi yang dapat ditentukan dengan mencocokkan parameter data dengan syarat suatu distribusi yang tercantum dalam Tabel 2.15. Hasil dari

penentuan distribusi frekuensi pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.9 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Parameter Statistik Data

Jenis Distribusi	Paramater Statistik Data	Persyaratan	Hasil
Gumbel	$C_s = 0,5673$ $C_k = 2,5137$	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	Tidak Memenuhi
Normal	$C_s = 0,5673$ $C_k = 2,5137$	$C_s = 0$ $C_k = 3$	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = 0,5673$ $C_k = 2,5137$	$C_s = C_v^3 + 3C_v (0,8445)$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15 C_v^4 + 16C_v^2 + 3 (4,2943)$	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	$C_s = 0,5673$ $C_k = 2,5137$	Selain dari nilai diatas	Memenuhi

Dari tabel di atas dapat ditentukan bahwa distribusi frekuensi yang cocok untuk digunakan pada penelitian ini yaitu metode distribusi Log Pearson III. Namun, menurut Kamiana (2011) untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih meyakinkan penggunaan suatu distribusi frekuensi perlu diuji dengan uji kecocokan distribusi frekuensi (Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov). Maka, sebelum dilakukan uji kecocokan distribusi frekuensi terlebih dahulu menghitung nilai curah hujan rencana (X_t) menggunakan masing-masing distribusi frekuensi yaitu normal, log normal, gumbel, dan log pearson type III sebagai berikut:

a. Metode Normal

Perhitungan curah hujan rencana (X_t) dengan menggunakan distribusi frekuensi metode normal diawali dengan menghitung parameter statistik data. Berikut adalah contoh perhitungan parameter statistik data untuk curah hujan rencana dengan metode normal.

Diketahui:

Hujan harian maksimum (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Menghitung hujan harian maksimum rata-rata menggunakan persamaan pada Tabel 2.8:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{10} = 98,03 \text{ mm}$$

Menghitung standar deviasi menggunakan persamaan pada Tabel 2.8:

$$S_x = \sqrt{\frac{6520,6}{10 - 1}} = 26,9$$

Hasil perhitungan parameter statistik data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini:

Tabel 4.10 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Normal

No	Tahun	X_i (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	2013	119,5	21,5	461,2
2	2014	136,75	38,7	1499,6
3	2015	83,5	-14,5	211,0
4	2016	116,75	18,7	350,6
5	2017	76	-22,0	485,1
6	2018	70,25	-27,8	771,5
7	2019	138,25	40,2	1618,1
8	2020	88	-10,0	100,5
9	2021	78,75	-19,3	371,5
10	2022	72,5	-25,5	651,5
Jumlah		980,3		6520,6
$\bar{X}$		98,03		
S_x		26,9		

Setelah menghitung parameter statistik data kemudian melakukan perhitungan curah hujan rencana (X_t) dengan periode ulang yang telah ditentukan yaitu 2 tahun menggunakan Persamaan 3.2, dimana hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

- Periode Ulang 2 Tahun (X_2), $K_T = 0$

$$X_2 = 98,03 + (0 \times 26,9) = 98,03 \text{ mm}$$

b. Metode Log Normal

Perhitungan curah hujan rencana (X_t) dengan menggunakan distribusi frekuensi metode log normal diawali dengan

menghitung parameter statistik data. Berikut adalah contoh perhitungan parameter statistik data untuk curah hujan rencana dengan metode log normal.

Diketahui:

Hujan harian maksimum (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Menghitung hujan harian maksimum rata-rata menggunakan persamaan pada Tabel 2.8:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{10} = 1,98 \text{ mm}$$

Menghitung standar deviasi menggunakan persamaan pada Tabel 2.8:

$$S_x \text{Log } X = \sqrt{\frac{0,12}{10-1}} = 0,12$$

Hasil perhitungan parameter statistik data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Log Normal

No	Tahun	X_i (mm)	Log X_i	Log $X_i - \text{Log } \bar{X}$	(Log $X_i - \text{Log } \bar{X}$) ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	2013	119,5	2,08	0,10	0,01
2	2014	136,75	2,14	0,16	0,03
3	2015	83,5	1,92	-0,06	0,00
4	2016	116,75	2,07	0,09	0,01
5	2017	76	1,88	-0,10	0,01
6	2018	70,25	1,85	-0,13	0,02
7	2019	138,25	2,14	0,16	0,03
8	2020	88	1,94	-0,03	0,00
9	2021	78,75	1,90	-0,08	0,01
10	2022	72,5	1,86	-0,12	0,01
Jumlah			19,77		0,12
Log $\bar{X}$			1,98		
$S_x \text{Log } X$			0,12		

Setelah menghitung parameter statistik data kemudian melakukan perhitungan curah hujan rencana (X_t) dengan periode ulang yang telah ditentukan yaitu 2 tahun menggunakan

Persamaan 3.3, dimana hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

- Periode Ulang 2 Tahun (X_2), $K_T = 0$

$$\text{Log } X_2 = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot S_x \text{Log } X = 1,98 + (0 \times 0,12) = 1,98$$

$$X_2 = 10^{\text{Log } X_2} = 10^{1,98} = 94,87 \text{ mm}$$

c. Metode Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana (X_t) dengan menggunakan distribusi frekuensi metode gumbel diawali dengan menghitung parameter statistik data. Berikut adalah contoh perhitungan parameter statistik data untuk curah hujan rencana dengan metode gumbel.

Diketahui:

Hujan harian maksimum (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Menghitung hujan harian maksimum rata-rata menggunakan persamaan pada Tabel 2.8:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{10} = 98,03 \text{ mm}$$

Menghitung standar deviasi menggunakan persamaan pada Tabel 2.8:

$$S_x = \sqrt{\frac{6520,6}{10 - 1}} = 26,9$$

Hasil perhitungan parameter statistik data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini:

Tabel 4.12 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

No	Tahun	X_i (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	2013	119,5	21,5	461,2
2	2014	136,75	38,7	1499,6
3	2015	83,5	-14,5	211,0
4	2016	116,75	18,7	350,6
5	2017	76	-22,0	485,1
6	2018	70,25	-27,8	771,5

No	Tahun	X_i (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7	2019	138,25	40,2	1618,1
8	2020	88	-10,0	100,5
9	2021	78,75	-19,3	371,5
10	2022	72,5	-25,5	651,5
Jumlah		980,3		6520,6
$\bar{X}$		98,03		
S_x		26,9		

Setelah menghitung parameter statistik data kemudian melakukan perhitungan curah hujan rencana (X_t) dengan periode ulang yang telah ditentukan yaitu 2 tahun dengan menggunakan Persamaan 3.4, dimana hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

$$- \text{ Periode Ulang 2 Tahun } (X_2), K_T = \frac{YTr - Yn}{Sn} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,1352$$

$$X_2 = \bar{X} + S_x \cdot K_T = 98,03 + (26,9 \times -0,1352) = 94,39 \text{ mm}$$

d. Metode Log Pearson Type III

Perhitungan curah hujan rencana (X_t) dengan menggunakan distribusi frekuensi metode log pearson type III diawali dengan menghitung parameter statistik data. Berikut adalah contoh perhitungan parameter statistik data untuk curah hujan rencana dengan metode log pearson type III.

Diketahui:

Hujan harian maksimum (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8. Menghitung hujan harian maksimum rata-rata menggunakan Persamaan 3.6:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{10} = 1,98 \text{ mm}$$

Menghitung standar deviasi menggunakan Persamaan 3.7:

$$S_x \text{Log } X = \sqrt{\frac{0,12}{10 - 1}} = 0,12$$

Menghitung koefisien kemencengan (G) menggunakan persamaan 3.8:

$$G = \frac{10 \times 0,0047}{(10 - 1) \times (10 - 2) \times (0,12)^3} 0,4$$

Hasil perhitungan parameter statistik data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini:

Tabel 4.13 Perhitungan Parameter Statistik Data Untuk Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III

No	Tahun	X_i (mm)	$\text{Log } X_i$	$\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	2013	119,5	2,08	0,10	0,01	0,0010
2	2014	136,8	2,14	0,16	0,03	0,0040
3	2015	83,5	1,92	-0,06	0,00	-0,0002
4	2016	116,8	2,07	0,09	0,01	0,0007
5	2017	76,0	1,88	-0,10	0,01	-0,0009
6	2018	70,3	1,85	-0,13	0,02	-0,0022
7	2019	138,3	2,14	0,16	0,03	0,0044
8	2020	88,0	1,94	-0,03	0,00	0,0000
9	2021	78,8	1,90	-0,08	0,01	-0,0005
10	2022	72,5	1,86	-0,12	0,01	-0,0016
Jumlah			19,77		0,12	0,0047
$\text{Log } \bar{X}$			1,98			
$S_x \text{ Log } X$			0,12			
G			0,4			

Setelah menghitung parameter statistik data kemudian melakukan perhitungan curah hujan rencana (X_i) dengan periode ulang yang telah ditentukan yaitu 2 tahun dengan menggunakan Persamaan 3.9, dimana hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

- Periode Ulang 2 Tahun (X_2), $K = -0,066$

$$\text{Log } X_2 = \text{Log } \bar{X} + K \cdot S_x \text{Log } X = 1,98 + (-0,066 \times 0,12) = 1,97$$

$$X_2 = 10^{\text{Log } X_2} = 10^{1,97} = 93,22 \text{ mm}$$

Maka, didapatkan hasil perhitungan curah hujan rencana (X_i) dari masing-masing jenis distribusi frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini:

Tabel 4.14 Curah Hujan Rencana Periode Ulang 2 Tahun
Berdasarkan Beberapa Metode Distribusi Frekuensi

No	Metode Distribusi Frekuensi	Curah Hujan Rencana (mm) Periode Ulang 2 Tahun
1	Normal	98,03
2	Log Normal	94,87
3	Gumbel	94,39
4	Log Pearson Type III	93,22

3. Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Selanjutnya, untuk mengetahui kesesuaian distribusi frekuensi yang dipilih sehingga dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis dilakukan uji kecocokan distribusi frekuensi dengan dua cara sebagai berikut:

a. Uji Chi-Kuadrat

Pengujian ini dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

- 1) Mengurutkan data pengamatan mulai dari yang terbesar hingga terkecil

Tabel 4.15 Data Hujan Harian Maksimum Dari yang Terbesar Hingga Terkecil

No	Tahun	X_i (mm)	Data dari Besar ke Kecil
1	2013	119,5	138,25
2	2014	136,75	136,75
3	2015	83,5	119,5
4	2016	116,75	116,75
5	2017	76	88
6	2018	70,25	83,5
7	2019	138,25	78,75
8	2020	88	76
9	2021	78,75	72,5
10	2022	72,5	70,25

2) Menghitung jumlah kelas, dimana jumlah data (n) pada penelitian ini yaitu 10

a) $K = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 10 = 4,33 \approx 5$

3) Menghitung nilai derajat kebebasan (Dk) dan parameter Chi-Kuadrat kritis (X^2_{cr})

a) $Dk = K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$

b) Nilai X^2_{cr} ditentukan berdasarkan Tabel 2.14, dimana apabila $Dk = 2$ dan $\alpha = 5\%$ maka nilai $X^2_{cr} = 5,991$

4) Menghitung kelas distribusi

Kelas distribusi = $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$, maka interval kelasnya yaitu 20%, 40%, 60%, dan 80%.

a) $P_x = 20\%$, maka $T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,20} = 5$ tahun

b) $P_x = 40\%$, maka $T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,40} = 2,5$ tahun

c) $P_x = 60\%$, maka $T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,60} = 1,67$ tahun

d) $P_x = 80\%$, maka $T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,80} = 1,25$ tahun

5) Menghitung interval kelas

Perhitungan interval kelas dilakukan pada masing – masing jenis distribusi frekuensi sebagai berikut:

a) Metode Normal

- $T = 5$ tahun, $K_T = 0,84$

$$X_t = \bar{X} + K_T \cdot S_x = 98,03 + (0,84 \times 26,9) \\ = 120,63mm$$

- $T = 2,5$ tahun, $K_T = 0,25$

$$X_t = \bar{X} + K_T \cdot S_x = 98,03 + (0,25 \times 26,9) \\ = 104,75 mm$$

- $T = 1,67$ tahun, $K_T = -0,25$

$$X_t = \bar{X} + K_T \cdot S_x = 98,03 + (-0,25 \times 26,9) \\ = 91,30 mm$$

- $T = 1,25$ tahun, $K_T = -0,84$

$$X_t = \bar{X} + K_T \cdot S_x = 98,03 + (-0,84 \times 26,9) \\ = 75,42 \text{ mm}$$

b) Metode Log Normal

- T = 5 tahun, $K_T = 0,84$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot S_x \text{Log } X = 1,98 + (0,84 \times 0,12) \\ = 2,074$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} = 10^{2,074} = 118,70 \text{ mm}$$

- T = 2,5 tahun, $K_T = 0,25$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot S_x \text{Log } X = 1,98 + (0,25 \times 0,12) \\ = 2,0061$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} = 10^{2,0061} = 101,41 \text{ mm}$$

- T = 1,67 tahun, $K_T = -0,25$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot S_x \text{Log } X \\ = 1,98 + (-0,25 \times 0,12) = 1,9482$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} = 10^{1,9482} = 88,75 \text{ mm}$$

- T = 1,25 tahun, $K_T = -0,84$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot S_x \text{Log } X \\ = 1,98 + (-0,84 \times 0,12) = 1,8798$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} = 10^{1,8798} = 7,835 \text{ mm}$$

c) Metode Gumbel

- T = 5 tahun, $K_T = 1,0581$

$$X_t = \bar{X} + S_x \cdot K_T = 98,03 + (26,9 \times 1,0581) \\ = 126,50 \text{ mm}$$

- T = 2,5 tahun, $K_T = 0,1859$

$$X_t = \bar{X} + S_x \cdot K_T = 98,03 + (26,9 \times 0,1859) \\ = 103,03 \text{ mm}$$

- T = 1,67 tahun, $K_T = -0,4294$

$$X_t = \bar{X} + S_x \cdot K_T = 98,03 + (26,9 \times -0,4294) \\ = 86,47 \text{ mm}$$

- T = 1,25 tahun, $K_T = -1,0226$

$$X_t = \bar{X} + S_x \cdot K_T = 98,03 + (26,9 \times -1,0226) \\ = 70,50 \text{ mm}$$

d) Metode Log Pearson Type III

- T = 5 tahun, K = 0,816

$$\begin{aligned} \log X_t &= \log \bar{X} + K \cdot S_x \log X = 1,98 + (0,816 \times 0,12) \\ &= 2,072 \end{aligned}$$

$$X_t = 10^{\log X_t} = 10^{2,072} = 117,94 \text{ mm}$$

- T = 2,5 tahun, K = 0,081

$$\begin{aligned} \log X_t &= \log \bar{X} + K \cdot S_x \log X = 1,98 + (0,081 \times 0,12) \\ &= 1,987 \end{aligned}$$

$$X_t = 10^{\log X_t} = 10^{1,987} = 96,95 \text{ mm}$$

- T = 1,67 tahun, K = -0,0013

$$\begin{aligned} \log X_t &= \log \bar{X} + K \cdot S_x \log X \\ &= 1,98 + (-0,0013 \times 0,12) = 1,977 \end{aligned}$$

$$X_t = 10^{\log X_t} = 10^{1,977} = 94,84 \text{ mm}$$

- T = 1,25 tahun, K_T = -0,855

$$\begin{aligned} \log X_t &= \log \bar{X} + K_T \cdot S_x \log X \\ &= 1,98 + (-0,855 \times 0,12) = 1,878 \end{aligned}$$

$$X_t = 10^{\log X_t} = 10^{1,878} = 75,53 \text{ mm}$$

6) Melakukan perhitungan nilai parameter Chi-Kuadrat terhitung (X^2) menggunakan rumus pada Persamaan 3.10, nilai X^2 dihitung pada masing-masing jenis distribusi frekuensi dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.16 sampai dengan Tabel 4.19 berikut:

Tabel 4.16 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Normal

Kelas	Interval	E _f	O _f	O _f - E _f	$\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	> 120,63	2	2	0	0,00
2	104,75 - 120,63	2	2	0	0,00
3	91,30 - 104,75	2	0	-2	2,00
4	75,42 - 91,30	2	4	2	2,00
5	< 75,42	2	2	0	0,00
X²					4

Tabel 4.17 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Log Normal

Kelas	Interval	E_f	O_f	$O_f - E_f$	$\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	> 118,70	2	3	1	0,50
2	101,41 - 118,70	2	1	-1	0,50
3	88,75 - 101,41	2	0	-2	2,00
4	75,83 - 88,75	2	4	2	2,00
5	< 75,83	2	2	0	0,00
X^2					5

Tabel 4.18 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Gumbel

Kelas	Interval	E_f	O_f	$O_f - E_f$	$\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	> 126,50	2	2	0	0,00
2	103,03 - 126,50	2	2	0	0,00
3	86,47 - 103,03	2	1	-1	0,50
4	70,50 - 86,47	2	4	2	2,00
5	< 70,50	2	1	-1	0,50
X^2					3

Tabel 4.19 Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) Metode Log Pearson Type III

Kelas	Interval	E_f	O_f	$O_f - E_f$	$\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	> 117,94	2	4	2	2,00
2	96,95 - 117,94	2	0	-2	2,00
3	94,84 - 96,95	2	0	-2	2,00
4	75,53 - 94,84	2	4	2	2,00
5	< 75,53	2	2	0	0,00
X^2					8

- 7) Membandingkan nilai parameter Chi-Kuadrat terhitung (X^2) dengan parameter Chi-Kuadrat kritis (X^2_{cr}) yang dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut ini:

Tabel 4.20 Perbandingan Chi-Kuadrat Terhitung (X^2) dengan parameter Chi-Kuadrat kritis (X^2_{cr}) Antara Setiap Jenis Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi Frekuensi	X^2	X^2_{cr}	Keterangan
Normal	4	5,991	Diterima
Log Normal	5	5,991	Diterima
Gumbel	3	5,991	Diterima
Log Pearson Type III	8	5,991	Tidak Diterima

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan pada masing-masing jenis distribusi frekuensi dengan menentukan nilai maksimum dari selisih peluang teoritis yang dihitung (ΔP_{maks}) kemudian dibandingkan dengan nilai ΔP kritis. Berikut adalah contoh perhitungan ΔP_{maks} metode normal untuk data nomor urut1.

Diketahui:

Data curah hujan (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 yang diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil.

Menghitung ΔP_{maks} metode normal:

- 1) Menentukan peluang empiris dengan menggunakan Persamaan 2.9

$$\frac{1}{P(X_i)} = P(X_i) = \frac{1}{10 - 2} = 0,09$$

- 2) Menentukan faktor probabilitas

$$f(t) = K_T, \text{ dimana } K_T = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x} = \frac{138,25 - 98,0}{26,9} = 1,49$$

- 3) Menentukan peluang teoritis

$$P'(X_i) = 1 - 0,9319 = 0,0681$$

- 4) Maka, $\Delta P_{maks} = |0,0681 - 0,09| = 0,023$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut ini:

Tabel 4.21 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks})
Metode Normal

i	X_i	$P(X_i)$	$f(t)$	Luas dibawah kurva*	$P'(X_i)$	ΔP
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	138,25	0,09	1,49	0,9319	0,0681	0,023
2	136,75	0,18	1,44	0,9251	0,0749	0,107
3	119,5	0,27	0,80	0,7881	0,2119	0,061
4	116,75	0,36	0,70	0,7580	0,242	0,122
5	88	0,45	-0,37	0,3557	0,6443	0,190
6	83,5	0,55	-0,54	0,2946	0,7054	0,160
7	78,75	0,64	-0,72	0,2358	0,7642	0,128
8	76	0,73	-0,82	0,2061	0,7939	0,067
9	72,5	0,82	-0,95	0,1711	0,8289	0,011
10	70,25	0,91	-1,03	0,1515	0,8485	0,061
Jumlah	5309,9					
$\bar{X}$	98,0					
S_x	26,9					
Maks						0,190

*Luas bawah kurva didapatkan dari Tabel yang terlampir disesuaikan dengan nilai $f(t)$

Berikut adalah contoh perhitungan ΔP_{maks} metode log normal untuk data nomor urut1.

Diketahui:

Data curah hujan (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 yang diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil.

Menghitung ΔP_{maks} metode log normal:

- 1) Menentukan peluang empiris dengan menggunakan Persamaan 2.9

$$\frac{1}{P(X_i)} = P(X_i) = \frac{1}{10 - 2} = 0,09$$

- 2) Menentukan faktor probabilitas

$$f(t) = K_T, \text{ dimana } K_T = \frac{\log X_i - \log \bar{X}}{S_x \log X} = \frac{2,14 - 1,98}{0,12} = 1,41$$

- 3) Menentukan peluang teoritis

$$P'(X_i) = 1 - 0,9207 = 0,0793$$

- 4) Maka, $\Delta P_{maks} = |0,0793 - 0,09| = 0,012$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut ini:

Tabel 4.22 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks}) Metode Log Normal

i	X_i	$\text{Log } X_i$	$P(X_i)$	$f(t)$	Luas dibawah kurva*	$P'(X_i)$	ΔP
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	138,25	2,14	0,09	1,41	0,9207	0,0793	0,012
2	136,75	2,14	0,18	1,37	0,9147	0,0853	0,097
3	119,5	2,08	0,27	0,87	0,8078	0,1922	0,081
4	116,75	2,07	0,36	0,78	0,7823	0,2177	0,146
5	88	1,94	0,45	-0,28	0,3897	0,6103	0,156
6	83,5	1,92	0,55	-0,48	0,3156	0,6844	0,139
7	78,75	1,90	0,64	-0,70	0,2420	0,758	0,122
8	76	1,88	0,73	-0,83	0,2033	0,7967	0,069
9	72,5	1,86	0,82	-1,01	0,1562	0,8438	0,026
10	70,25	1,85	0,91	-1,13	0,1292	0,8708	0,038
Jumlah		19,8					
$\text{Log } \bar{X}$		1,98					
$S_x \text{ Log } X$		0,12					
Maks							0,156

*Luas bawah kurva didapatkan dari Tabel yang terlampir disesuaikan dengan nilai $f(t)$

Berikut adalah contoh perhitungan ΔP_{maks} metode gumbel untuk data nomor urut1.

Diketahui:

Data curah hujan (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 yang diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil.

Menghitung ΔP_{maks} metode gumbel:

- 1) Menentukan peluang empiris dengan menggunakan Persamaan 2.9

$$\frac{1}{P(X_i)} = P(X_i) = \frac{1}{10 - 2} = 0,09$$

- 2) Menentukan faktor probabilitas

$$f(t) = K_T, \text{ dimana } K_T = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x} = \frac{138,25 - 98,0}{26,9} = 1,49$$

- 3) Menentukan *reduced mean* (Y_n) yang ditentukan berdasarkan Tabel 2.12 disesuaikan dengan jumlah data ($n=10$), yaitu 0,4952
- 4) Menentukan *reduced standard deviation* (S_n) yang ditentukan berdasarkan Tabel 2.13 disesuaikan dengan jumlah data ($n=10$), yaitu 0,9496
- 5) Menentukan *reduced variate* (Y_t):

$$Y_t = (K_T \times S_n) + Y_n = (1,49 \times 0,4952) + 0,9496 = 1,9143$$
- 6) Menentukan periode (T) berdasarkan Kertas Probabilitas Gumbel yang dapat dilihat pada Tabel 4.23 berikut ini:

Tabel 4.23 Interpolasi

Y_t	T	$T-1$	$(T-1)/T$	$\ln (T-1)/T$			
1	2	3	4	5 = -Ln 4		, -Ln 5	
1,9143	7,2945	6,2945	0,86291	-0,147444403	0,147444403	-1,9143	1,9143
1,8614	6,9455	5,9455	0,85602	-0,155459337	0,155459337	-1,8614	1,8614
1,2528	4,0239	3,0239	0,75148	-0,285704193	0,285704193	-1,2528	1,2528
1,1558	3,7029	2,7029	0,72994	-0,314791026	0,314791026	-1,1558	1,1558
0,1415	1,7235	0,7235	0,41979	-0,86801184	0,86801184	-0,1415	0,1415
-0,0172	1,5663	0,5663	0,36155	-1,017347456	1,017347456	0,0172	-0,0172
-0,1848	1,4292	0,4292	0,30031	-1,202947115	1,202947115	0,18477	-0,1848
-0,2818	1,3618	0,3618	0,26568	-1,32547106	1,32547106	0,28177	-0,2818
-0,4053	1,2873	0,2873	0,22318	-1,499775315	1,499775315	0,40532	-0,4053
-0,4847	1,2456	0,2456	0,19717	-1,623668424	1,623668424	0,48469	-0,4847

- 7) Menentukan peluang teoritis:

$$P'(X_i) = \frac{1}{T} = \frac{1}{7,2945} = 0,1371$$

- 8) Maka, $\Delta P_{maks} = |0,1371 - 0,09| = 0,0462$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut ini:

Tabel 4.24 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks})
Metode Gumbel

i	X_i	$P(X_i)$	$f(t)$	Y_n	S_n	Y_t	T	$P'(X_i)$	ΔP
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	138,25	0,09	1,49	0,4952	0,9496	1,9143	7,2945	0,1371	0,0462

i	X _i	P(X _i)	f(t)	Y _n	S _n	Y _t	T	P'(X _i)	ΔP
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
2	136,75	0,18	1,44	0,4952	0,9496	1,8614	6,9455	0,1440	0,0378
3	119,5	0,27	0,80	0,4952	0,9496	1,2528	4,0239	0,2485	0,0242
4	116,75	0,36	0,70	0,4952	0,9496	1,1558	3,7029	0,2701	0,0936
5	88	0,45	-0,37	0,4952	0,9496	0,1415	1,7235	0,5802	0,1257
6	83,5	0,55	-0,54	0,4952	0,9496	-0,0172	1,5663	0,6384	0,0930
7	78,75	0,64	-0,72	0,4952	0,9496	-0,1848	1,4292	0,6997	0,0633
8	76	0,73	-0,82	0,4952	0,9496	-0,2818	1,3618	0,7343	0,0070
9	72,5	0,82	-0,95	0,4952	0,9496	-0,4053	1,2873	0,7768	0,0414
10	70,25	0,91	-1,03	0,4952	0,9496	-0,4847	1,2456	0,8028	0,1063
Jumlah	5309,9								
$\bar{X}$	98,0								
S _x	26,9								
Maks									0,1257

Berikut adalah contoh perhitungan ΔPmaks metode log pearson type III untuk data nomor urut1.

Diketahui:

Data curah hujan (X_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 yang diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil.

Menghitung ΔPmaks metode log pearson type III:

- 1) Menentukan peluang empiris dengan menggunakan Persamaan 2.9

$$\frac{1}{P(X_i)} = P(X_i) = \frac{1}{10 - 2} = 0,09$$

- 2) Menentukan faktor probabilitas

$$f(t) = K_T, \text{ dimana } K_T = \frac{\log X_i - \log \bar{X}}{S_x \log X} = \frac{2,14 - 1,98}{0,12} = 1,41$$

- 3) Menentukan peluang teoritis dengan cara interpolasi berdasarkan Tabel 4.26 yang disesuaikan dengan nilai G dan f(t). Hasil interpolasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.25 berikut ini:

Tabel 4.25 Interpolasi Nilai Peluang Teoritis

ft	T		T		Interpolasi				P'X _i
1	2	3	4	5	6=(1-3)	7=(5-3)	8=(4-2)	9=2+(6/7*8)	
1,41	10	1,317	25	1,880	0,09	0,563	15	12,52316892	0,1252
1,37	10	1,317	25	1,880	0,05	0,563	15	11,43341584	0,1143

ft	T		T		Interpolasi				P'X _i
1	2	3	4	5	6=(1-3)	7=(5-3)	8=(4-2)	9=2+(6/7*8)	
0,87	5	0,816	10	1,317	0,05	0,501	5	5,491516582	0,0549
0,78	2	-0,066	5	0,816	0,84	0,882	3	4,870613231	0,0487
-0,28	1,25	-0,855	2	-0,066	0,57	0,789	0,75	1,794710124	0,0179
-0,48	1,25	-0,855	2	-0,066	0,38	0,789	0,75	1,607635571	0,0161
-0,70	1,25	-0,855	2	-0,066	0,16	0,789	0,75	1,398898468	0,0140
-0,83	1,25	-0,855	2	-0,066	0,02	0,789	0,75	1,272216621	0,0127
-1,01	1,0101	-2,029	1,25	-0,855	1,02	1,174	0,2399	1,218654344	0,0122
-1,13	1,0101	-2,029	1,25	-0,855	0,90	1,174	0,2399	1,194500464	0,0119

4) Maka, $\Delta P_{maks} = |0,1252 - 0,09| = 0,0343$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.26 berikut ini:

Tabel 4.26 Selisih Peluang Teoritis Maksimum (ΔP_{maks})
Metode Log Pearson Type III

i	X _i	Log (X _i)	P(X _i)	f(t)	P'(X _i)	ΔP
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	138,25	2,14	0,09	1,41	0,1252	0,0343
2	136,75	2,14	0,18	1,37	0,1143	0,0675
3	119,5	2,08	0,27	0,87	0,0549	0,2178
4	116,75	2,07	0,36	0,78	0,0487	0,3149
5	88	1,94	0,45	-0,28	0,0179	0,4366
6	83,5	1,92	0,55	-0,48	0,0161	0,5294
7	78,75	1,90	0,64	-0,70	0,0140	0,6224
8	76	1,88	0,73	-0,83	0,0127	0,7146
9	72,5	1,86	0,82	-1,01	0,0122	0,8060
10	70,25	1,85	0,91	-1,13	0,0119	0,8971
Jumlah		19,77				
Log $\bar{X}$		1,98				
S _x Log X		0,12				
G		0,4				
Maks						0,8971

Setelah perhitungan selesai kemudian membandingkan nilai ΔP maksimum dengan nilai ΔP kritis ($n = 10$, $\alpha = 5\%$, maka ΔP kritis = 0,41) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.27 berikut ini:

Tabel 4.27 Perbandingan Nilai ΔP maksimum dengan nilai ΔP kritis Antara Setiap Jenis Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi Frekuensi	ΔP_{maks}	ΔP_{kritis}	Keterangan
Normal	0,190	0,41	Diterima
Log Normal	0,156	0,41	Diterima
Gumbel	0,1257	0,41	Diterima
Log Pearson Type III	0,8971	0,41	Tidak Diterima

Maka, berdasarkan dari hasil uji kecocokan distribusi frekuensi jenis distribusi yang dapat dikatakan paling cocok untuk penelitian ini yaitu distribusi gumbel karena distribusi tersebut dapat diterima pada dua cara pengujian (Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov) dan memiliki nilai parameter Chi-kuadrat terhitung (X^2) dan ΔP maksimum yang paling kecil dibandingkan dengan jenis distribusi frekuensi yang dapat diterima lainnya. Sehingga, data curah hujan rencana yang akan digunakan untuk melakukan analisis data selanjutnya yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.28 berikut:

Tabel 4.28 Pemilihan Metode Distribusi Frekuensi

No	Metode Distribusi Frekuensi	Curah Hujan Rencana (mm) Periode Ulang 2 Tahun
1	Normal	98,03
2	Log Normal	94,87
3	Gumbel	94,39
4	Log Pearson Type III	93,22

Keterangan:

 : Jenis distribusi frekuensi yang terpilih

4. Analisis Debit Banjir Rencana

Dalam menganalisis debit banjir rencana dengan metode rasional, perlu diketahui terlebih dahulu besarnya koefisien limpasan berdasarkan *catchment area* dan intensitas curah hujan sebagai berikut:

a. Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan tata guna lahan, dimana di lokasi penelitian ini penggunaan lahan digunakan untuk beberapa kondisi seperti industri, permukiman, kuburan, lapangan bermain, dan daerah tidak terawat yang pembagian tiap-tiap kondisi lahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat berbagai macam penggunaan lahan sehingga koefisien limpasannya (C) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.13, dengan nilai Cn merupakan nilai koefisien limpasan dari masing – masing sub daerah pengaliran (*catchment area*) yang dapat dilihat pada Tabel 2.18 dimana tabel tersebut menunjukkan nilai koefisien limpasan berdasarkan kondisi daerah yang dapat disesuaikan dengan peta tata guna lahan dan nilai An merupakan luas dari masing – masing sub *catchment area* dalam hektar. Pembagian *catchment area* tersebut ditentukan dengan melihat kontur tanah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.8. Berikut adalah contoh perhitungan koefisien limpasan (C) di saluran A1.

Diketahui:

Tipe daerah aliran di saluran A1 berdasarkan Gambar 4.7

$C_1 = 0,80$ (Industri Ringan)

$C_2 = 0,30$ (Daerah Tidak Terawat)

Luas daerah pengaliran di saluran A1 berdasarkan Gambar 4.8

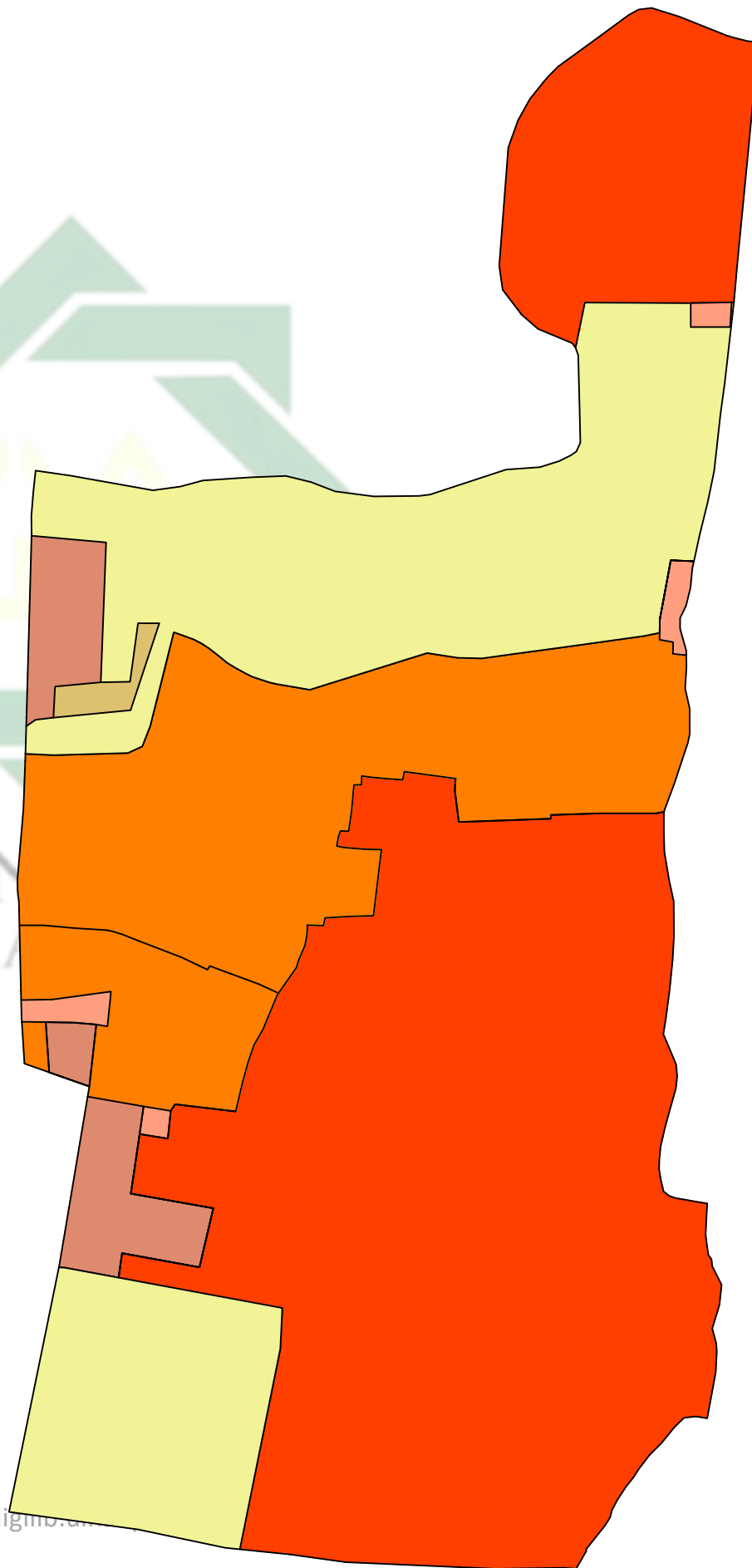
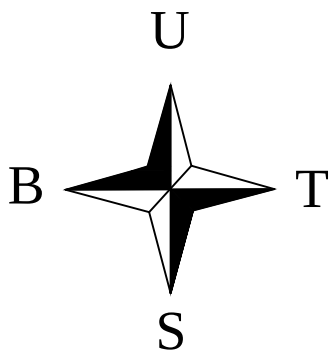
$A_1 = 2,15$ Ha

$A_2 = 0,33$ Ha

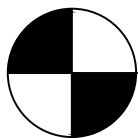
Menghitung koefisien limpasan (C) saluran A1 menggunakan Persamaan 3.13:

$$C = \frac{(2,15 \times 0,80) + (0,33 \times 0,30)}{2,15 + 0,33} = 0,73$$

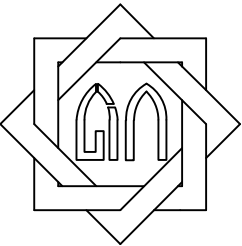
Hasil perhitungan nilai koefisien limpasan (C) dari tiap-tiap saluran yang dapat dilihat pada Tabel 4.29.

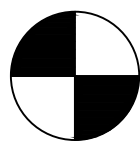
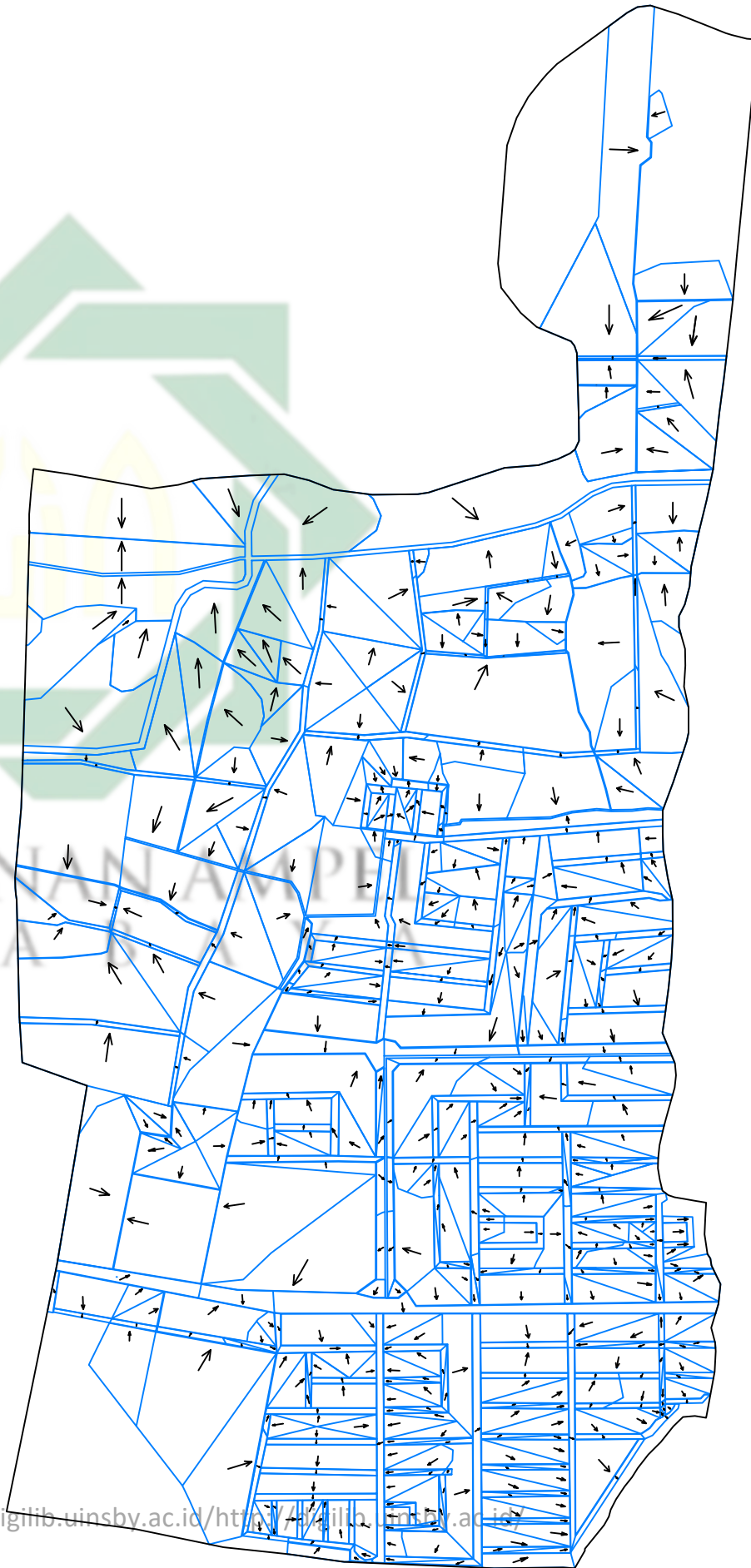
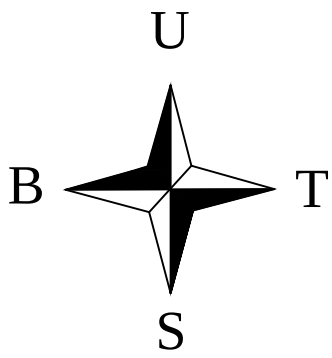


<http://digilib.uinsby.ac.id/http://digilib.uinsby.ac.id/>



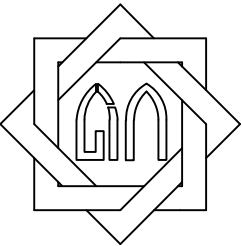
Gambar 4.7 Peta Tata Guna Lahan
Skala 1:7500

 PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN AMPEL SURABAYA	Judul Gambar	Keterangan	Skala	Dibuat Oleh
	PETA TATA GUNA LAHAN	— Batas Wilayah Desa - Industri - Permukiman - Daerah Tidak Terawat - Lapangan Bermain - Kuburan - Kompleks Perumahan	1:7500	Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo NIM. H75219034
			Sumber	Dosen Pembimbing
			GISTARU, 2023	Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T. Rr. Diah Nugraheni S., M.T.



Gambar 4.8 *Catchment Area*

Skala 1:7500

 PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN AMPEL SURABAYA	Judul Gambar	Keterangan	Skala	Dibuat Oleh
	CATCHMENT AREA	Batas Wilayah Desa Batas CA	1:7500	Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo NIM. H75219034
			Sumber Google Earth, 2023	Dosen Pembimbing Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T. Rr. Diah Nugraheni S., M.T.

Tabel 4.29 Koefisien Limpasan (C) Setiap Saluran Drainase di Lokasi Penelitian

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	A1	Industri Ringan	0,80	2,15	0,73
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,33	
2	A2	Industri Ringan	0,80	0,59	0,59
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,43	
3	A3	Industri Ringan	0,80	0,09	0,36
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,65	
4	A4	Industri Ringan	0,80	0,03	0,80
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,0002	
5	A5	Industri Ringan	0,80	0,28	0,59
		Lapangan Bermain	0,25	0,17	
6	A6	Industri Ringan	0,80	0,56	0,80
		Permukiman	0,40	0,001	
7	A7	Permukiman	0,40	0,56	0,40
8	A8	Permukiman	0,40	0,37	0,40
9	A9	Industri Ringan	0,80	0,30	0,80
10	A10	Industri Ringan	0,80	0,01	0,41
		Permukiman	0,40	0,62	
11	A11	Industri Ringan	0,80	2,73	0,66
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,21	
		Lapangan Bermain	0,25	0,32	
		Permukiman	0,40	0,62	
12	A12	Industri Ringan	0,80	1,10	0,80
13	A13	Industri Ringan	0,80	0,32	0,63
		Kuburan	0,25	0,01	
		Kompleks Perumahan	0,60	1,69	
14	A14	Kompleks Perumahan	0,60	0,47	0,60
15	A15	Industri Ringan	0,80	0,35	0,65
		Kuburan	0,25	0,13	
		Kompleks Perumahan	0,60	0,001	
16	A16	Industri Ringan	0,80	0,52	0,80
17	A17	Industri Ringan	0,80	0,45	0,69
		Kompleks Perumahan	0,60	0,56	
18	A18	Industri Ringan	0,80	0,01	0,80
19	A19	Industri Ringan	0,80	0,21	0,80
20	A20	Industri Ringan	0,80	0,003	0,80
21	A21	Industri Ringan	0,80	0,13	0,80
22	A22	Industri Ringan	0,80	0,02	0,80
23	A23	Industri Ringan	0,80	0,30	0,80
24	A24	Industri Ringan	0,80	3,15	0,80
25	A25	Industri Ringan	0,80	0,07	0,44
		Permukiman	0,40	0,71	

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
26	A26	Permukiman	0,40	0,95	0,37
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,35	
27	A27	Permukiman	0,40	0,06	0,33
		Kuburan	0,25	0,04	
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,02	
28	A28	Permukiman	0,40	0,04	0,40
		Kompleks Perumahan	0,60	0,00005	
29	A29	Industri Ringan	0,80	0,71	0,50
		Permukiman	0,40	2,17	
30	A30	Permukiman	0,40	0,10	0,40
31	A31	Permukiman	0,40	0,03	0,46
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,002	
		Kuburan	0,25	0,05	
		Kompleks Perumahan	0,60	0,09	
32	A32	Permukiman	0,80	0,004	0,35
		Daerah Tidak Terawat	0,30	0,02	
		Kuburan	0,25	0,05	
		Kompleks Perumahan	0,60	0,02	
33	A33	Kompleks Perumahan	0,60	0,31	0,60
34	A34	Permukiman	0,80	0,01	0,37
		Daerah Tidak Terawat	0,30	2,03	
		Kuburan	0,25	0,002	
		Kompleks Perumahan	0,60	0,64	
35	A35	Permukiman	0,40	0,003	0,60
		Kompleks Perumahan	0,60	0,16	
36	A36	Industri Ringan	0,80	0,001	0,40
		Permukiman	0,40	0,36	
37	A37	Permukiman	0,40	0,11	0,40
38	A38	Permukiman	0,40	0,86	0,40
39	A39	Permukiman	0,40	1,69	0,40
40	A40	Permukiman	0,40	0,57	0,40
41	A41	Permukiman	0,40	0,04	0,40
42	A42	Permukiman	0,40	0,51	0,40
43	A43	Permukiman	0,40	0,19	0,40
44	A44	Permukiman	0,40	0,44	0,40
45	A45	Permukiman	0,40	0,41	0,40
46	A46	Permukiman	0,40	0,99	0,37
		Kuburan	0,25	0,29	
47	A47	Industri Berat	0,90	0,27	0,79
		Permukiman	0,40	0,08	
48	A48	Industri Berat	0,90	0,59	0,74
		Permukiman	0,40	0,27	
49	A49	Industri Berat	0,90	0,08	0,71

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		Permukiman	0,40	0,05	
50	A50	Permukiman	0,40	0,16	0,44
		Kompleks Perumahan	0,60	0,04	
51	A51	Industri Ringan	0,80	0,14	0,80
52	A52	Industri Ringan	0,80	0,37	0,80
53	A53	Industri Ringan	0,80	0,20	0,80
54	A54	Industri Ringan	0,80	0,42	0,77
		Permukiman	0,40	0,03	
55	A55	Industri Ringan	0,80	0,01	0,40
		Permukiman	0,40	2,10	
56	A56	Industri Ringan	0,80	0,29	0,80
57	A57	Industri Ringan	0,80	0,77	0,60
		Permukiman	0,40	0,77	
58	A58	Industri Ringan	0,80	0,05	0,80
59	A59	Industri Ringan	0,80	0,63	0,78
		Kuburan	0,25	0,02	
60	A60	Industri Ringan	0,80	0,31	0,58
		Permukiman	0,40	0,02	
		Kuburan	0,25	0,20	
61	A61	Industri Ringan	0,80	0,49	0,77
		Permukiman	0,40	0,04	
62	A62	Permukiman	0,40	0,74	0,40
63	A63	Industri Ringan	0,80	0,12	0,46
		Permukiman	0,40	0,65	
64	A64	Permukiman	0,40	1,22	0,40
65	A65	Permukiman	0,40	0,84	0,40
66	A66	Permukiman	0,40	0,62	0,55
		Kompleks Perumahan	0,60	1,83	
67	A67	Permukiman	0,40	0,72	0,40
68	A68	Permukiman	0,40	0,70	0,47
		Kompleks Perumahan	0,60	0,36	
69	B1	Permukiman	0,40	0,12	0,47
		Kompleks Perumahan	0,60	0,06	
70	B2	Kompleks Perumahan	0,60	0,01	0,60
71	B3	Permukiman	0,40	0,06	0,42
		Kompleks Perumahan	0,60	0,01	
72	B4	Permukiman	0,40	0,03	0,54
		Kompleks Perumahan	0,60	0,05	
73	B5	Permukiman	0,40	0,08	0,51
		Kompleks Perumahan	0,60	0,09	
74	B6	Permukiman	0,40	0,01	0,59
		Kompleks Perumahan	0,60	0,10	
75	B7	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
76	B8	Kompleks Perumahan	0,60	0,04	0,60
77	B9	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
78	B10	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
79	B11	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
80	B12	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
81	B13	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
82	B14	Kompleks Perumahan	0,60	0,02	0,60
83	B15	Kompleks Perumahan	0,60	0,02	0,60
84	B16	Kompleks Perumahan	0,60	0,01	0,60
85	B17	Permukiman	0,40	1,20	0,45
		Kompleks Perumahan	0,60	0,42	
86	B18	Kompleks Perumahan	0,60	0,19	0,60
87	B19	Kompleks Perumahan	0,60	0,28	0,60
88	B20	Kompleks Perumahan	0,60	0,41	0,60
89	B21	Kompleks Perumahan	0,60	0,49	0,60
90	B22	Kompleks Perumahan	0,60	0,81	0,60
91	B23	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
92	B24	Kompleks Perumahan	0,60	0,11	0,60
93	B25	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
94	B26	Kompleks Perumahan	0,60	0,07	0,60
95	B27	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
96	B28	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
97	B29	Permukiman	0,40	0,01	0,58
		Kompleks Perumahan	0,60	0,09	
98	B30	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
99	B31	Kompleks Perumahan	0,60	0,01	0,60
100	B32	Kompleks Perumahan	0,60	0,19	0,60
101	B33	Kompleks Perumahan	0,60	0,33	0,60
102	B34	Kompleks Perumahan	0,60	0,08	0,60
103	B35	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
104	B36	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
105	B37	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
106	B38	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
107	B39	Kompleks Perumahan	0,60	0,12	0,60
108	B40	Kompleks Perumahan	0,60	0,18	0,60
109	B41	Kompleks Perumahan	0,60	0,37	0,60
110	B42	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
111	B43	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
112	B44	Kompleks Perumahan	0,60	0,25	0,60
113	B45	Kompleks Perumahan	0,60	0,35	0,60
114	B46	Kompleks Perumahan	0,60	0,11	0,60
115	B47	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
116	B48	Kompleks Perumahan	0,60	0,27	0,60

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
117	B49	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
118	B50	Kompleks Perumahan	0,60	0,27	0,60
119	B51	Kompleks Perumahan	0,60	0,19	0,60
120	B52	Kompleks Perumahan	0,60	0,41	0,60
121	B53	Kompleks Perumahan	0,60	0,32	0,60
122	B54	Kompleks Perumahan	0,60	0,04	0,60
123	B55	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
124	B56	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
125	B57	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
126	B58	Kompleks Perumahan	0,60	0,02	0,60
127	B59	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
128	B60	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
129	B61	Kompleks Perumahan	0,60	0,45	0,60
130	B62	Kompleks Perumahan	0,60	0,08	0,60
131	B63	Kompleks Perumahan	0,60	1,83	0,60
132	B64	Daerah Tidak Terawat	0,30	0,05	0,61
		Industri Berat	0,90	0,11	
		Kompleks Perumahan	0,60	1,43	
133	B65	Kompleks Perumahan	0,60	0,72	0,60
134	B66	Kompleks Perumahan	0,60	0,93	0,60
135	B67	Kompleks Perumahan	0,60	0,08	0,60
136	B68	Kompleks Perumahan	0,60	0,17	0,60
137	B69	Kompleks Perumahan	0,60	0,34	0,60
138	B70	Kompleks Perumahan	0,60	0,07	0,60
139	B71	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
140	B72	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
141	B73	Kompleks Perumahan	0,60	0,12	0,60
142	B74	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
143	B75	Kompleks Perumahan	0,60	0,12	0,60
144	B76	Kompleks Perumahan	0,60	0,14	0,60
145	B77	Kompleks Perumahan	0,60	0,08	0,60
146	B78	Kompleks Perumahan	0,60	0,27	0,60
147	B79	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
148	B80	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
149	B81	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
150	B82	Kompleks Perumahan	0,60	0,07	0,60
151	B83	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
152	B84	Kompleks Perumahan	0,60	0,44	0,60
153	B85	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
154	B86	Kompleks Perumahan	0,60	0,07	0,60
155	B87	Kompleks Perumahan	0,60	0,04	0,60
156	B88	Kompleks Perumahan	0,60	0,14	0,60
157	B89	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
158	B90	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
159	B91	Kompleks Perumahan	0,60	0,08	0,60
160	B92	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
161	B93	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
162	B94	Kompleks Perumahan	0,60	0,04	0,60
163	B95	Kompleks Perumahan	0,60	0,41	0,60
164	B96	Kompleks Perumahan	0,60	0,25	0,60
165	B97	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
166	B98	Kompleks Perumahan	0,60	0,52	0,60
167	B99	Kompleks Perumahan	0,60	0,40	0,60
168	B100	Kompleks Perumahan	0,60	0,29	0,60
169	B101	Kompleks Perumahan	0,60	0,35	0,60
170	B102	Kompleks Perumahan	0,60	0,25	0,60
171	B103	Kompleks Perumahan	0,60	0,07	0,60
172	B104	Kompleks Perumahan	0,60	0,29	0,60
173	B105	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
174	B106	Kompleks Perumahan	0,60	0,20	0,60
175	B107	Kompleks Perumahan	0,60	0,11	0,60
176	B108	Kompleks Perumahan	0,60	0,11	0,60
177	B109	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
178	B110	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
179	B111	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
180	B112	Kompleks Perumahan	0,60	0,35	0,60
181	B113	Kompleks Perumahan	0,60	0,57	0,60
182	B114	Kompleks Perumahan	0,60	0,23	0,60
183	B115	Kompleks Perumahan	0,60	0,08	0,60
184	B116	Kompleks Perumahan	0,60	0,23	0,60
185	B117	Kompleks Perumahan	0,60	0,34	0,60
186	B118	Kompleks Perumahan	0,60	0,91	0,60
187	B119	Kompleks Perumahan	0,60	0,31	0,60
188	B120	Kompleks Perumahan	0,60	0,33	0,60
189	B121	Kompleks Perumahan	0,60	0,89	0,60
190	B122	Industri Berat	0,90	0,01	0,60
		Kompleks Perumahan	0,60	0,91	
191	B123	Industri Berat	0,90	0,37	0,90
192	B124	Industri Berat	0,90	0,03	0,90
193	B125	Industri Berat	0,90	0,59	0,90
194	B126	Industri Berat	0,90	0,12	0,90
195	B127	Industri Berat	0,90	0,10	0,90
196	B128	Industri Berat	0,90	0,67	0,86
		Kompleks Perumahan	0,60	0,11	
197	B129	Industri Berat	0,90	0,08	0,90
198	B130	Industri Berat	0,90	1,71	0,90

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
199	B131	Industri Berat	0,90	1,05	0,90
		Kompleks Perumahan	0,60	0,003	
200	B132	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
201	B133	Industri Berat	0,90	0,001	0,60
		Kompleks Perumahan	0,60	0,23	
202	B134	Industri Berat	0,90	0,02	0,81
		Kompleks Perumahan	0,60	0,01	
203	B135	Kompleks Perumahan	0,60	0,37	0,60
204	B136	Kompleks Perumahan	0,60	0,17	0,60
205	B137	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
206	B138	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
207	B139	Kompleks Perumahan	0,60	0,23	0,60
208	B140	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
209	B141	Kompleks Perumahan	0,60	0,11	0,60
210	B142	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
211	B143	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
212	B144	Kompleks Perumahan	0,60	0,39	0,60
213	B145	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
214	B146	Kompleks Perumahan	0,60	0,33	0,60
215	B147	Kompleks Perumahan	0,60	0,31	0,60
216	B148	Kompleks Perumahan	0,60	0,04	0,60
217	B149	Kompleks Perumahan	0,60	0,01	0,60
218	B150	Kompleks Perumahan	0,60	0,11	0,60
219	B151	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
220	B152	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
221	B153	Kompleks Perumahan	0,60	0,01	0,60
222	B154	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
223	B155	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
224	B156	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
225	B157	Kompleks Perumahan	0,60	0,15	0,60
226	B158	Industri Berat	0,90	0,00004	0,60
		Kompleks Perumahan	0,60	0,55	
227	B159	Kompleks Perumahan	0,60	1,04	0,60
228	B160	Kompleks Perumahan	0,60	0,02	0,60
229	B161	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
230	B162	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
231	B163	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
232	B164	Kompleks Perumahan	0,60	0,10	0,60
233	B165	Kompleks Perumahan	0,60	0,07	0,60
234	B166	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
235	B167	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
236	B168	Kompleks Perumahan	0,60	0,12	0,60
237	B169	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
238	B170	Kompleks Perumahan	0,60	0,14	0,60
239	B171	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
240	B172	Kompleks Perumahan	0,60	0,18	0,60
241	B173	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
242	B174	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
243	B175	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
244	B176	Kompleks Perumahan	0,60	0,21	0,60
245	B177	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
246	B178	Kompleks Perumahan	0,60	0,78	0,60
247	B179	Kompleks Perumahan	0,60	0,28	0,60
248	B180	Kompleks Perumahan	0,60	0,35	0,60
249	B181	Kompleks Perumahan	0,60	0,38	0,60
250	B182	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
251	B183	Kompleks Perumahan	0,60	0,15	0,60
252	B184	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
253	B185	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
254	B186	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
255	B187	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
256	B188	Kompleks Perumahan	0,60	0,16	0,60
257	B189	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
258	B190	Kompleks Perumahan	0,60	0,14	0,60
259	B191	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
260	B192	Kompleks Perumahan	0,60	0,13	0,60
261	B193	Kompleks Perumahan	0,60	0,03	0,60
262	B194	Kompleks Perumahan	0,60	0,18	0,60
263	B195	Kompleks Perumahan	0,60	0,19	0,60
264	B196	Kompleks Perumahan	0,60	1,08	0,60
265	B197	Kompleks Perumahan	0,60	0,36	0,60
266	B198	Kompleks Perumahan	0,60	0,19	0,60
267	B199	Kompleks Perumahan	0,60	0,06	0,60
268	B200	Kompleks Perumahan	0,60	0,33	0,60
269	B201	Kompleks Perumahan	0,60	0,19	0,60
270	B202	Kompleks Perumahan	0,60	0,25	0,60
271	B203	Kompleks Perumahan	0,60	0,07	0,60
272	B204	Kompleks Perumahan	0,60	0,12	0,60
273	B205	Kompleks Perumahan	0,60	0,05	0,60
274	B206	Kompleks Perumahan	0,60	0,43	0,60
275	B207	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60
276	B208	Kompleks Perumahan	0,60	0,17	0,60
277	B209	Kompleks Perumahan	0,60	0,04	0,60
278	B210	Kompleks Perumahan	0,60	0,04	0,60
279	B211	Kompleks Perumahan	0,60	0,004	0,60
280	B212	Kompleks Perumahan	0,60	0,09	0,60

No	Saluran	Tipe Daerah Aliran	C _i	A _i (Ha)	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
281	B213	Kompleks Perumahan	0,60	0,02	0,60

b. Intensitas Curah Hujan (I)

Setelah mengetahui nilai koefisien limpasan (C) dan luas daerah pengaliran dari setiap saluran, kemudian dilakukan perhitungan intensitas curah hujan dengan periode ulang yaitu 2 tahun dan menggunakan metode perhitungan yaitu metode mononobe. Berikut adalah contoh perhitungan intensitas curah hujan (I) di saluran A1.

Diketahui:

L = 258 m

S = 0,00041

Menghitung intensitas curah hujan (I) saluran A1 menggunakan Persamaan 3.15:

- 1) Menentukan waktu konsentrasi (t_c) menggunakan Persamaan 3.14

$$t_c = 0,0195 \times 258^{0,77} \times 0,00041^{-0,385} = 28,33 \text{ menit}$$

$$t_c = 28,33 \times 0,0167 = 0,47 \text{ jam}$$

- 2) Maka, $I = \frac{94,39}{24} \times \left(\frac{24}{0,47}\right)^{2/3} = 53,89 \text{ mm/jam}$

Hasil perhitungan intensitas curah hujan (I) pada saluran drainase di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.30 berikut ini:

Tabel 4.30 Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun di Lokasi Penelitian

No	Saluran	L (m)	Slope	t_c (menit)	t_c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	A1	258	0,00041	28,33	0,47	53,89
2	A2	260	0,00595	10,15	0,17	106,83
3	A3	43,1	0,02369	1,49	0,02	383,21
4	A4	14,7	0,02306	0,66	0,01	661,08
5	A5	43,3	0,02543	1,46	0,02	389,31
6	A6	129	0,00947	4,95	0,08	172,49
7	A7	143	0,00711	5,98	0,10	152,03

No	Saluran	L (m)	Slope	t _c (menit)	t _c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
8	A8	93	0,00206	6,91	0,12	138,03
9	A9	105	0,01893	3,23	0,05	229,06
10	A10	163	0,01509	4,95	0,08	172,42
11	A11	542	0,00106	34,70	0,58	47,08
12	A12	135	0,01191	4,69	0,08	178,75
13	A13	402	0,00214	21,03	0,35	65,73
14	A14	115	0,00297	7,08	0,12	135,83
15	A15	47,7	0,02715	1,53	0,03	376,72
16	A16	47,7	0,03061	1,46	0,02	388,50
17	A17	72	0,00229	5,45	0,09	161,69
18	A18	72	0,00328	4,75	0,08	177,24
19	A19	72	0,00401	4,39	0,07	186,70
20	A20	32	0,01931	1,29	0,02	423,70
21	A21	32	0,02016	1,26	0,02	428,37
22	A22	45	0,02136	1,61	0,03	364,97
23	A23	46	0,02091	1,65	0,03	358,94
24	A24	566	0,00141	32,14	0,54	49,54
25	A25	603	0,00037	56,42	0,94	34,04
26	A26	192	0,00717	7,48	0,12	130,95
27	A27	193	0,00760	7,34	0,12	132,57
28	A28	90	0,00850	3,91	0,07	201,86
29	A29	607	0,00056	48,36	0,81	37,73
30	A30	88	0,00990	3,62	0,06	212,33
31	A31	42	0,02345	1,47	0,02	387,33
32	A32	37	0,04270	1,06	0,02	482,10
33	A33	101	0,00449	5,46	0,09	161,46
34	A34	168	0,00885	6,22	0,10	148,05
35	A35	70	0,00587	3,71	0,06	208,85
36	A36	286	0,00605	10,85	0,18	102,18
37	A37	283	0,00972	8,97	0,15	116,04
38	A38	130	0,01946	3,77	0,06	206,73
39	A39	126	0,01765	3,82	0,06	204,87
40	A40	179	0,01826	4,94	0,08	172,59
41	A41	114	0,02341	3,17	0,05	231,89
42	A42	50	0,01342	2,08	0,03	306,89
43	A43	131	0,02529	3,43	0,06	220,24
44	A44	114	0,02297	3,20	0,05	230,77
45	A45	115	0,03433	2,76	0,05	254,68
46	A46	130	0,03055	3,17	0,05	232,10
47	A47	121	0,00980	4,65	0,08	179,86
48	A48	224	0,01709	6,03	0,10	151,23
49	A49	224	0,01611	6,17	0,10	148,94
50	A50	50	0,02566	1,62	0,03	362,44

No	Saluran	L (m)	Slope	t _c (menit)	t _c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
51	A51	77	0,00699	3,74	0,06	207,96
52	A52	184	0,00997	6,37	0,11	145,69
53	A53	182	0,00989	6,34	0,11	146,19
54	A54	169	0,02267	4,35	0,07	187,91
55	A55	172	0,02126	4,52	0,08	183,17
56	A56	97	0,02164	2,89	0,05	246,89
57	A57	364	0,00228	19,02	0,32	70,28
58	A58	121	0,00148	9,62	0,16	110,70
59	A59	75	0,01569	2,68	0,04	259,44
60	A60	143	0,00586	6,44	0,11	144,66
61	A61	317	0,00020	44,02	0,74	40,17
62	A62	399	0,00373	16,89	0,28	76,07
63	A63	322	0,00070	27,24	0,45	55,31
64	A64	406	0,00317	18,23	0,30	72,31
65	A65	204	0,01190	6,45	0,11	144,59
66	A66	461	0,00233	22,62	0,38	62,62
67	A67	140	0,00009	32,24	0,54	49,45
68	A68	185	0,01138	6,08	0,10	150,30
69	B1	68	0,02006	2,26	0,04	290,56
70	B2	48	0,00308	3,56	0,06	214,85
71	B3	10	0,00850	0,72	0,01	623,57
72	B4	29,6	0,00693	1,80	0,03	338,94
73	B5	53	0,01864	1,92	0,03	324,06
74	B6	99	0,00618	4,75	0,08	177,13
75	B7	42,9	0,01492	1,78	0,03	341,14
76	B8	22	0,01145	1,18	0,02	449,12
77	B9	44	0,00734	2,38	0,04	280,70
78	B10	53	0,00513	3,16	0,05	232,73
79	B11	25	0,01744	1,11	0,02	468,51
80	B12	53	0,00653	2,88	0,05	247,55
81	B13	54	0,01170	2,33	0,04	284,82
82	B14	24	0,02129	0,99	0,02	503,58
83	B15	54	0,02274	1,81	0,03	337,77
84	B16	13	0,02908	0,55	0,01	747,29
85	B17	267	0,00294	13,58	0,23	87,99
86	B18	263	0,00300	13,33	0,22	89,10
87	B19	187	0,01295	5,84	0,10	154,51
88	B20	141	0,01806	4,13	0,07	194,51
89	B21	245	0,00087	20,29	0,34	67,32
90	B22	241	0,00003	70,56	1,18	29,33
91	B23	216	0,02799	4,85	0,08	174,86
92	B24	237	0,01927	6,01	0,10	151,51
93	B25	117	0,03647	2,73	0,05	256,39

No	Saluran	L (m)	Slope	t _c (menit)	t _c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
94	B26	117	0,03193	2,87	0,05	247,79
95	B27	96	0,01296	3,49	0,06	217,60
96	B28	124	0,01716	3,82	0,06	205,07
97	B29	102	0,03079	2,62	0,04	263,41
98	B30	110	0,02052	3,25	0,05	228,32
99	B31	118	0,01653	3,73	0,06	208,36
100	B32	205	0,01148	6,56	0,11	142,89
101	B33	117	0,01354	4,00	0,07	198,81
102	B34	212	0,01251	6,51	0,11	143,58
103	B35	125	0,01159	4,47	0,07	184,67
104	B36	93	0,05220	1,99	0,03	316,27
105	B37	97	0,02988	2,55	0,04	268,20
106	B38	86	0,05036	1,90	0,03	326,21
107	B39	91	0,03664	2,25	0,04	292,03
108	B40	86	0,01350	3,16	0,05	232,67
109	B41	88	0,00878	3,79	0,06	205,93
110	B42	36	0,01972	1,40	0,02	400,99
111	B43	35,8	0,02123	1,35	0,02	409,81
112	B44	266	0,00448	11,52	0,19	98,22
113	B45	78	0,02172	2,44	0,04	276,38
114	B46	136	0,02874	3,36	0,06	223,26
115	B47	134	0,01971	3,84	0,06	204,20
116	B48	134	0,01881	3,91	0,07	201,75
117	B49	44	0,04407	1,20	0,02	444,65
118	B50	150	0,02305	3,94	0,07	200,62
119	B51	167	0,00159	12,00	0,20	95,53
120	B52	167	0,00263	9,88	0,17	108,74
121	B53	168	0,00265	9,90	0,17	108,62
122	B54	117	0,02852	3,00	0,05	240,71
123	B55	118	0,02358	3,25	0,05	228,25
124	B56	81	0,00310	5,31	0,09	164,46
125	B57	35,1	0,02160	1,32	0,02	415,81
126	B58	38,6	0,02782	1,29	0,02	422,62
127	B59	78	0,02722	2,24	0,04	292,87
128	B60	78	0,02572	2,29	0,04	288,64
129	B61	117	0,01719	3,65	0,06	211,37
130	B62	117	0,01586	3,76	0,06	207,06
131	B63	488	0,00170	26,70	0,45	56,06
132	B64	398	0,00096	28,46	0,48	53,73
133	B65	631	0,00366	24,23	0,40	59,82
134	B66	160	0,00164	11,47	0,19	98,44
135	B67	114	0,00780	4,85	0,08	174,88
136	B68	76	0,01562	2,71	0,05	257,37

No	Saluran	L (m)	Slope	t _c (menit)	t _c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
137	B69	107	0,00474	5,59	0,09	158,97
138	B70	69	0,01683	2,45	0,04	275,67
139	B71	67	0,01422	2,55	0,04	268,05
140	B72	68	0,01159	2,80	0,05	252,39
141	B73	67	0,02642	2,01	0,03	314,22
142	B74	68	0,02454	2,09	0,03	306,01
143	B75	190	0,01043	6,42	0,11	144,97
144	B76	180	0,01601	5,22	0,09	166,38
145	B77	183	0,01055	6,21	0,10	148,21
146	B78	115	0,03025	2,90	0,05	246,55
147	B79	62	0,03703	1,66	0,03	356,59
148	B80	59	0,04015	1,55	0,03	373,46
149	B81	108	0,01336	3,78	0,06	206,45
150	B82	80	0,01193	3,13	0,05	233,90
151	B83	119	0,00642	5,40	0,09	162,74
152	B84	141	0,00507	6,74	0,11	140,40
153	B85	105	0,01553	3,49	0,06	217,71
154	B86	105	0,01332	3,70	0,06	209,30
155	B87	109	0,00067	12,05	0,20	95,30
156	B88	101	0,00079	10,65	0,18	103,47
157	B89	101	0,01251	3,68	0,06	210,11
158	B90	101	0,01171	3,78	0,06	206,57
159	B91	101	0,00129	8,83	0,15	117,20
160	B92	101	0,00185	7,68	0,13	128,66
161	B93	101	0,01300	3,63	0,06	212,18
162	B94	101	0,01816	3,19	0,05	231,18
163	B95	206	0,02091	5,23	0,09	166,26
164	B96	206	0,02143	5,18	0,09	167,31
165	B97	223,8	0,01036	7,30	0,12	133,04
166	B98	222,2	0,01039	7,25	0,12	133,65
167	B99	76	0,00095	7,99	0,13	125,36
168	B100	76	0,00245	5,54	0,09	159,94
169	B101	185	0,00542	8,10	0,14	124,21
170	B102	171	0,00467	8,07	0,13	124,52
171	B103	101	0,00342	6,07	0,10	150,56
172	B104	101	0,00150	8,34	0,14	121,79
173	B105	101	0,02268	2,93	0,05	244,76
174	B106	101	0,02192	2,97	0,05	242,62
175	B107	193	0,00437	9,08	0,15	115,05
176	B108	161	0,00386	8,29	0,14	122,27
177	B109	101	0,00740	4,51	0,08	183,58
178	B110	101	0,01251	3,68	0,06	210,11
179	B111	101	0,03472	2,48	0,04	273,03

No	Saluran	L (m)	Slope	t _c (menit)	t _c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
180	B112	92	0,02525	2,61	0,04	263,94
181	B113	192	0,00355	9,81	0,16	109,32
182	B114	155	0,02834	3,74	0,06	208,00
183	B115	169	0,02497	4,19	0,07	192,62
184	B116	244	0,01464	6,83	0,11	139,08
185	B117	244	0,01538	6,70	0,11	140,85
186	B118	382	0,00954	11,38	0,19	99,00
187	B119	177,5	0,01343	5,53	0,09	160,17
188	B120	164,7	0,01445	5,07	0,08	169,62
189	B121	437	0,00627	14,83	0,25	82,97
190	B122	529	0,00021	63,34	1,06	31,52
191	B123	126	0,00575	5,88	0,10	153,65
192	B124	49	0,02953	1,52	0,03	379,67
193	B125	126	0,00175	9,31	0,16	113,14
194	B126	49	0,02963	1,51	0,03	380,00
195	B127	144	0,02011	4,03	0,07	197,81
196	B128	266	0,00957	8,60	0,14	119,31
197	B129	48	0,02185	1,67	0,03	355,18
198	B130	146	0,01208	4,95	0,08	172,34
199	B131	224	0,01117	7,10	0,12	135,60
200	B132	144	0,01643	4,35	0,07	187,81
201	B133	119	0,00915	4,71	0,08	178,24
202	B134	37,9	0,02480	1,33	0,02	414,21
203	B135	114	0,01004	4,40	0,07	186,61
204	B136	66	0,07311	1,34	0,02	411,20
205	B137	66	0,06520	1,40	0,02	399,29
206	B138	77	0,00226	5,77	0,10	155,65
207	B139	77	0,00169	6,46	0,11	144,43
208	B140	134	0,01372	4,42	0,07	186,06
209	B141	134	0,01105	4,80	0,08	176,02
210	B142	130	0,00918	5,04	0,08	170,45
211	B143	132	0,00649	5,82	0,10	154,75
212	B144	138	0,00354	7,61	0,13	129,48
213	B145	140	0,00526	6,60	0,11	142,28
214	B146	145	0,01067	5,17	0,09	167,51
215	B147	147	0,01280	4,87	0,08	174,28
216	B148	41,4	0,00792	2,21	0,04	295,34
217	B149	42,4	0,02132	1,54	0,03	376,14
218	B150	46	0,04154	1,27	0,02	428,09
219	B151	46,8	0,04618	1,23	0,02	435,99
220	B152	49,5	0,03329	1,46	0,02	389,50
221	B153	50	0,00978	2,35	0,04	282,95
222	B154	52	0,01175	2,26	0,04	290,69

No	Saluran	L (m)	Slope	t _c (menit)	t _c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
223	B155	53	0,00747	2,73	0,05	256,28
224	B156	163	0,01430	5,05	0,08	170,07
225	B157	164	0,01498	4,99	0,08	171,55
226	B158	303	0,00065	26,78	0,45	55,96
227	B159	299	0,00442	12,67	0,21	92,17
228	B160	69	0,08423	1,32	0,02	416,80
229	B161	69	0,07796	1,36	0,02	408,60
230	B162	69	0,08672	1,30	0,02	419,93
231	B163	67	0,01628	2,42	0,04	277,52
232	B164	69	0,05487	1,55	0,03	373,38
233	B165	76	0,07858	1,46	0,02	389,62
234	B166	82	0,01861	2,69	0,04	258,91
235	B167	76	0,05122	1,72	0,03	349,10
236	B168	106	0,02492	2,93	0,05	244,61
237	B169	106	0,02569	2,90	0,05	246,52
238	B170	80	0,03435	2,08	0,03	306,88
239	B171	80	0,04138	1,94	0,03	321,89
240	B172	65	0,07472	1,32	0,02	416,77
241	B173	52	0,07723	1,10	0,02	471,32
242	B174	126	0,02999	3,12	0,05	234,73
243	B175	142	0,02814	3,50	0,06	217,18
244	B176	106	0,01950	3,22	0,05	229,68
245	B177	138	0,02885	3,39	0,06	221,80
246	B178	294	0,00480	12,12	0,20	94,92
247	B179	301	0,00473	12,41	0,21	93,45
248	B180	105	0,01668	3,40	0,06	221,71
249	B181	105	0,01940	3,20	0,05	230,49
250	B182	105	0,02495	2,91	0,05	245,88
251	B183	105	0,02494	2,91	0,05	245,85
252	B184	105	0,01760	3,33	0,06	224,80
253	B185	105	0,01623	3,43	0,06	220,17
254	B186	105	0,01161	3,90	0,07	202,03
255	B187	105	0,01217	3,83	0,06	204,50
256	B188	105	0,03448	2,57	0,04	267,15
257	B189	105	0,03938	2,44	0,04	276,43
258	B190	105	0,04776	2,26	0,04	290,46
259	B191	105	0,04987	2,23	0,04	293,69
260	B192	105	0,04937	2,24	0,04	292,94
261	B193	105	0,04839	2,25	0,04	291,44
262	B194	105	0,04244	2,37	0,04	281,78
263	B195	105	0,04021	2,42	0,04	277,91
264	B196	186	0,01891	5,02	0,08	170,74
265	B197	265	0,01687	6,89	0,12	138,25

No	Saluran	L (m)	Slope	t _c (menit)	t _c (jam)	I (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
266	B198	164	0,00255	9,86	0,16	108,89
267	B199	164	0,00493	7,65	0,13	128,97
268	B200	101	0,02263	2,93	0,05	244,63
269	B201	101	0,02038	3,05	0,05	238,12
270	B202	164	0,00353	8,70	0,15	118,39
271	B203	167	0,00485	7,81	0,13	127,26
272	B204	78	0,03979	1,93	0,03	322,86
273	B205	82	0,04265	1,96	0,03	320,32
274	B206	138	0,01110	4,90	0,08	173,58
275	B207	162	0,00275	9,49	0,16	111,71
276	B208	61	0,01775	2,18	0,04	297,75
277	B209	55	0,01376	2,22	0,04	294,14
278	B210	125	0,01862	3,72	0,06	208,56
279	B211	121	0,01840	3,65	0,06	211,41
280	B212	58	0,02241	1,92	0,03	324,39
281	B213	57	0,02060	1,96	0,03	320,28

Setelah didapatkan nilai koefisien limpasan (C), luas daerah pengaliran, dan intensitas curah hujan (I) dari setiap saluran kemudian dilakukan perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode rasional. Berikut adalah contoh perhitungan debit banjir rencana (Q_{br}) periode ulang 2 tahun di saluran A1.

Diketahui:

$$C = 0,73$$

$$I = 53,89 \text{ jam}$$

$$A = 2,48 \text{ Ha}$$

Menghitung Q_{br} menggunakan Persamaan 3.12:

$$Q_{br} = 0,00278 \times 0,73 \times 53,89 \times 2,48 = 0,272044 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Hasil perhitungan debit banjir rencana periode ulang 2 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.31 berikut ini:

Tabel 4.31 Debit Banjir Rencana Periode Ulang 2 Tahun di Lokasi Penelitian

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Q _{br} (m ³ /detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	A1	0,73	53,89	2,48	0,272044

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Qbr (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2	A2	0,59	106,83	1,01	0,177322
3	A3	0,36	383,21	0,74	0,284127
4	A4	0,80	661,08	0,03	0,048897
5	A5	0,59	389,31	0,44	0,284609
6	A6	0,80	172,49	0,56	0,214513
7	A7	0,40	152,03	0,56	0,095049
8	A8	0,40	138,03	0,37	0,056675
9	A9	0,80	229,06	0,30	0,152581
10	A10	0,41	172,42	0,63	0,122411
11	A11	0,66	47,08	3,88	0,337350
12	A12	0,80	178,75	1,10	0,438430
13	A13	0,63	65,73	2,02	0,232133
14	A14	0,60	135,83	0,47	0,106442
15	A15	0,65	376,72	0,48	0,326347
16	A16	0,80	388,50	0,52	0,445849
17	A17	0,69	161,69	1,02	0,314836
18	A18	0,80	177,24	0,01	0,004839
19	A19	0,80	186,70	0,21	0,086804
20	A20	0,80	423,70	0,00	0,002853
21	A21	0,80	428,37	0,13	0,121320
22	A22	0,80	364,97	0,02	0,012489
23	A23	0,80	358,94	0,30	0,237823
24	A24	0,80	49,54	3,15	0,347627
25	A25	0,44	34,04	0,79	0,032614
26	A26	0,37	130,95	1,30	0,176898
27	A27	0,33	132,57	0,11	0,013384
28	A28	0,40	201,86	0,04	0,009366
29	A29	0,50	37,73	2,88	0,150451
30	A30	0,40	212,33	0,10	0,024685
31	A31	0,46	387,33	0,18	0,089612
32	A32	0,35	482,10	0,10	0,045307
33	A33	0,60	161,46	0,31	0,082573
34	A34	0,37	148,05	2,67	0,410235
35	A35	0,60	208,85	0,17	0,058037
36	A36	0,40	102,18	0,36	0,041063
37	A37	0,40	116,04	0,11	0,014346
38	A38	0,40	206,73	0,86	0,197625
39	A39	0,40	204,87	1,69	0,385099
40	A40	0,40	172,59	0,57	0,110032
41	A41	0,40	231,89	0,04	0,010586
42	A42	0,40	306,89	0,51	0,175045
43	A43	0,40	220,24	0,19	0,047048
44	A44	0,40	230,77	0,44	0,112613

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Qbr (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
45	A45	0,40	254,68	0,41	0,116641
46	A46	0,37	232,10	1,28	0,301802
47	A47	0,79	179,86	0,35	0,136054
48	A48	0,74	151,23	0,86	0,268069
49	A49	0,71	148,94	0,13	0,038199
50	A50	0,44	362,44	0,20	0,086474
51	A51	0,80	207,96	0,14	0,065543
52	A52	0,80	145,69	0,37	0,118828
53	A53	0,80	146,19	0,20	0,065624
54	A54	0,77	187,91	0,45	0,182198
55	A55	0,40	183,17	2,11	0,432840
56	A56	0,80	246,89	0,29	0,157023
57	A57	0,60	70,28	1,55	0,181328
58	A58	0,80	110,70	0,05	0,013133
59	A59	0,78	259,44	0,65	0,367942
60	A60	0,58	144,66	0,53	0,122251
61	A61	0,77	40,17	0,53	0,045391
62	A62	0,40	76,07	0,74	0,062765
63	A63	0,46	55,31	0,77	0,054335
64	A64	0,40	72,31	1,22	0,098330
65	A65	0,40	144,59	0,84	0,134998
66	A66	0,55	62,62	2,45	0,233966
67	A67	0,40	49,45	0,72	0,039503
68	A68	0,47	150,30	1,06	0,208267
69	B1	0,47	290,56	0,18	0,069120
70	B2	0,60	214,85	0,01	0,003164
71	B3	0,42	623,57	0,07	0,047494
72	B4	0,54	338,94	0,08	0,040245
73	B5	0,51	324,06	0,17	0,077709
74	B6	0,59	177,13	0,11	0,031180
75	B7	0,60	341,14	0,03	0,017637
76	B8	0,60	449,12	0,04	0,033172
77	B9	0,60	280,70	0,05	0,021548
78	B10	0,60	232,73	0,10	0,037059
79	B11	0,60	468,51	0,03	0,024490
80	B12	0,60	247,55	0,06	0,026464
81	B13	0,60	284,82	0,13	0,059600
82	B14	0,60	503,58	0,02	0,013752
83	B15	0,60	337,77	0,02	0,013365
84	B16	0,60	747,29	0,01	0,009909
85	B17	0,45	87,99	1,61	0,178204
86	B18	0,60	89,10	0,19	0,028156
87	B19	0,60	154,51	0,28	0,072882

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Qbr (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
88	B20	0,60	194,51	0,41	0,134237
89	B21	0,60	67,32	0,49	0,054549
90	B22	0,60	29,33	0,81	0,039769
91	B23	0,60	174,86	0,06	0,018094
92	B24	0,60	151,51	0,11	0,028041
93	B25	0,60	256,39	0,16	0,068727
94	B26	0,60	247,79	0,07	0,027475
95	B27	0,60	217,60	0,05	0,017839
96	B28	0,60	205,07	0,13	0,044314
97	B29	0,58	263,41	0,10	0,043011
98	B30	0,60	228,32	0,03	0,012101
99	B31	0,60	208,36	0,01	0,002616
100	B32	0,60	142,89	0,19	0,044747
101	B33	0,60	198,81	0,33	0,109109
102	B34	0,60	143,58	0,08	0,018044
103	B35	0,60	184,67	0,10	0,030891
104	B36	0,60	316,27	0,03	0,014220
105	B37	0,60	268,20	0,06	0,027152
106	B38	0,60	326,21	0,09	0,048370
107	B39	0,60	292,03	0,12	0,058079
108	B40	0,60	232,67	0,18	0,069951
109	B41	0,60	205,93	0,37	0,125509
110	B42	0,60	400,99	0,03	0,022043
111	B43	0,60	409,81	0,13	0,090106
112	B44	0,60	98,22	0,25	0,041161
113	B45	0,60	276,38	0,35	0,159411
114	B46	0,60	223,26	0,11	0,041615
115	B47	0,60	204,20	0,09	0,030899
116	B48	0,60	201,75	0,27	0,090808
117	B49	0,60	444,65	0,06	0,044757
118	B50	0,60	200,62	0,27	0,090594
119	B51	0,60	95,53	0,19	0,030485
120	B52	0,60	108,74	0,41	0,073838
121	B53	0,60	108,62	0,32	0,058638
122	B54	0,60	240,71	0,04	0,014763
123	B55	0,60	228,25	0,05	0,019362
124	B56	0,60	164,46	0,16	0,044779
125	B57	0,60	415,81	0,13	0,088816
126	B58	0,60	422,62	0,02	0,013415
127	B59	0,60	292,87	0,13	0,063284
128	B60	0,60	288,64	0,05	0,026229
129	B61	0,60	211,37	0,45	0,157883
130	B62	0,60	207,06	0,08	0,027514

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Qbr (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
131	B63	0,60	56,06	1,83	0,171052
132	B64	0,61	53,73	1,59	0,144648
133	B65	0,60	59,82	0,72	0,071666
134	B66	0,60	98,44	0,93	0,152277
135	B67	0,60	174,88	0,08	0,022437
136	B68	0,60	257,37	0,17	0,072654
137	B69	0,60	158,97	0,34	0,090576
138	B70	0,60	275,67	0,07	0,030179
139	B71	0,60	268,05	0,05	0,023696
140	B72	0,60	252,39	0,10	0,040204
141	B73	0,60	314,22	0,12	0,065084
142	B74	0,60	306,01	0,16	0,082509
143	B75	0,60	144,97	0,12	0,029710
144	B76	0,60	166,38	0,14	0,040112
145	B77	0,60	148,21	0,08	0,020250
146	B78	0,60	246,55	0,27	0,109483
147	B79	0,60	356,59	0,13	0,076173
148	B80	0,60	373,46	0,09	0,055814
149	B81	0,60	206,45	0,10	0,033624
150	B82	0,60	233,90	0,07	0,025513
151	B83	0,60	162,74	0,09	0,024186
152	B84	0,60	140,40	0,44	0,103167
153	B85	0,60	217,71	0,03	0,011098
154	B86	0,60	209,30	0,07	0,024633
155	B87	0,60	95,30	0,04	0,006049
156	B88	0,60	103,47	0,14	0,024077
157	B89	0,60	210,11	0,03	0,011954
158	B90	0,60	206,57	0,10	0,035734
159	B91	0,60	117,20	0,08	0,015610
160	B92	0,60	128,66	0,05	0,011158
161	B93	0,60	212,18	0,16	0,056725
162	B94	0,60	231,18	0,04	0,013597
163	B95	0,60	166,26	0,41	0,113604
164	B96	0,60	167,31	0,25	0,069278
165	B97	0,60	133,04	0,13	0,029300
166	B98	0,60	133,65	0,52	0,115616
167	B99	0,60	125,36	0,40	0,083626
168	B100	0,60	159,94	0,29	0,076723
169	B101	0,60	124,21	0,35	0,073497
170	B102	0,60	124,52	0,25	0,052262
171	B103	0,60	150,56	0,07	0,016336
172	B104	0,60	121,79	0,29	0,058954
173	B105	0,60	244,76	0,06	0,024909

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Qbr (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
174	B106	0,60	242,62	0,20	0,082598
175	B107	0,60	115,05	0,11	0,020996
176	B108	0,60	122,27	0,11	0,022469
177	B109	0,60	183,58	0,16	0,049947
178	B110	0,60	210,11	0,05	0,016455
179	B111	0,60	273,03	0,06	0,028362
180	B112	0,60	263,94	0,35	0,156256
181	B113	0,60	109,32	0,57	0,104513
182	B114	0,60	208,00	0,23	0,079210
183	B115	0,60	192,62	0,08	0,026595
184	B116	0,60	139,08	0,23	0,053931
185	B117	0,60	140,85	0,34	0,079183
186	B118	0,60	99,00	0,91	0,149650
187	B119	0,60	160,17	0,31	0,081549
188	B120	0,60	169,62	0,33	0,092067
189	B121	0,60	82,97	0,89	0,123324
190	B122	0,60	31,52	0,91	0,048131
191	B123	0,90	153,65	0,37	0,142375
192	B124	0,90	379,67	0,03	0,026184
193	B125	0,90	113,14	0,59	0,167904
194	B126	0,90	380,00	0,12	0,112056
195	B127	0,90	197,81	0,10	0,049539
196	B128	0,86	119,31	0,78	0,222810
197	B129	0,90	355,18	0,08	0,075481
198	B130	0,90	172,34	1,71	0,737046
199	B131	0,90	135,60	1,05	0,355948
200	B132	0,60	187,81	0,16	0,050856
201	B133	0,60	178,24	0,23	0,069143
202	B134	0,81	414,21	0,03	0,025497
203	B135	0,60	186,61	0,37	0,116247
204	B136	0,60	411,20	0,17	0,119997
205	B137	0,60	399,29	0,09	0,059590
206	B138	0,60	155,65	0,05	0,013216
207	B139	0,60	144,43	0,23	0,054631
208	B140	0,60	186,06	0,10	0,029882
209	B141	0,60	176,02	0,11	0,031828
210	B142	0,60	170,45	0,10	0,027014
211	B143	0,60	154,75	0,09	0,022890
212	B144	0,60	129,48	0,39	0,084642
213	B145	0,60	142,28	0,09	0,021328
214	B146	0,60	167,51	0,33	0,091681
215	B147	0,60	174,28	0,31	0,088813
216	B148	0,60	295,34	0,04	0,021233

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Qbr (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
217	B149	0,60	376,14	0,01	0,007526
218	B150	0,60	428,09	0,11	0,077448
219	B151	0,60	435,99	0,03	0,018593
220	B152	0,60	389,50	0,06	0,039921
221	B153	0,60	282,95	0,01	0,006459
222	B154	0,60	290,69	0,03	0,015496
223	B155	0,60	256,28	0,16	0,069511
224	B156	0,60	170,07	0,13	0,037776
225	B157	0,60	171,55	0,15	0,043527
226	B158	0,60	55,96	0,55	0,051566
227	B159	0,60	92,17	1,04	0,160212
228	B160	0,60	416,80	0,02	0,016731
229	B161	0,60	408,60	0,10	0,065662
230	B162	0,60	419,93	0,03	0,017702
231	B163	0,60	277,52	0,03	0,012233
232	B164	0,60	373,38	0,10	0,065016
233	B165	0,60	389,62	0,07	0,045439
234	B166	0,60	258,91	0,03	0,013623
235	B167	0,60	349,10	0,13	0,076644
236	B168	0,60	244,61	0,12	0,049090
237	B169	0,60	246,52	0,03	0,014220
238	B170	0,60	306,88	0,14	0,072151
239	B171	0,60	321,89	0,05	0,027338
240	B172	0,60	416,77	0,18	0,123006
241	B173	0,60	471,32	0,03	0,019749
242	B174	0,60	234,73	0,03	0,013535
243	B175	0,60	217,18	0,05	0,018027
244	B176	0,60	229,68	0,21	0,080073
245	B177	0,60	221,80	0,05	0,017665
246	B178	0,60	94,92	0,78	0,124220
247	B179	0,60	93,45	0,28	0,044368
248	B180	0,60	221,71	0,35	0,130316
249	B181	0,60	230,49	0,38	0,146281
250	B182	0,60	245,88	0,06	0,026111
251	B183	0,60	245,85	0,15	0,062375
252	B184	0,60	224,80	0,03	0,012263
253	B185	0,60	220,17	0,16	0,058397
254	B186	0,60	202,03	0,03	0,010808
255	B187	0,60	204,50	0,03	0,010951
256	B188	0,60	267,15	0,16	0,070451
257	B189	0,60	276,43	0,03	0,014902
258	B190	0,60	290,46	0,14	0,066203
259	B191	0,60	293,69	0,03	0,016571

No	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Qbr (m ³ /detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
260	B192	0,60	292,94	0,13	0,065080
261	B193	0,60	291,44	0,03	0,016039
262	B194	0,60	281,78	0,18	0,085643
263	B195	0,60	277,91	0,19	0,088227
264	B196	0,60	170,74	1,08	0,308250
265	B197	0,60	138,25	0,36	0,083215
266	B198	0,60	108,89	0,19	0,034638
267	B199	0,60	128,97	0,06	0,012903
268	B200	0,60	244,63	0,33	0,134787
269	B201	0,60	238,12	0,19	0,076444
270	B202	0,60	118,39	0,25	0,049484
271	B203	0,60	127,26	0,07	0,013911
272	B204	0,60	322,86	0,12	0,063909
273	B205	0,60	320,32	0,05	0,025154
274	B206	0,60	173,58	0,43	0,125766
275	B207	0,60	111,71	0,09	0,016181
276	B208	0,60	297,75	0,17	0,083103
277	B209	0,60	294,14	0,04	0,018935
278	B210	0,60	208,56	0,04	0,014509
279	B211	0,60	211,41	0,00	0,001280
280	B212	0,60	324,39	0,09	0,046946
281	B213	0,60	320,28	0,02	0,008790

Dari Tabel 4.31 di atas dapat diketahui bahwa nilai debit banjir rencana (Qbr) terbesar terdapat pada saluran B130 dengan debit sebesar 0,737046 m³/detik dan nilai debit banjir rencana (Qbr) terkecil terdapat pada saluran B211 dengan debit sebesar 0,001280 m³/detik.

4.2.3 Debit Air Limbah

Saluran drainase yang terdapat di lokasi penelitian merupakan jenis drainase dengan sistem gabungan atau tercampur dimana pengalirannya tidak hanya berasal dari air hujan tetapi juga berasal dari air buangan atau air limbah yang bersumber dari rumah tangga, bangunan gedung, dan lain sebagainya. Dalam memperkirakan jumlah air limbah pada saluran drainase, perlu diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air bersih, dimana pada penelitian ini kebutuhan air bersih ditetapkan berdasarkan Tabel 3.5 yaitu 110 liter/hari/jiwa sesuai dengan jumlah penduduk di

Desa Kureksari pada tahun 2021 yaitu berjumlah 29.296 jiwa (BPS, 2022). Kemudian, kebutuhan air bersih dikalikan dengan 90% yang merupakan perkiraan besarnya air limbah yang masuk ke dalam saluran pembuangan (Suhardjono, 1984 dalam (Wardani, 2022)). Sehingga, dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan air limbah adalah:

$$q = 90\% \times 110 \text{ l/hari/jiwa} = 99 \text{ l/hari/jiwa}$$

$$q = 1,14583 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik/jiwa}$$

Untuk melakukan perhitungan besarnya debit air limbah menggunakan rumus Persamaan 3.16, dimana Pn merupakan proyeksi jumlah penduduk pada tahun ke-2 ($n = 2$) dengan menggunakan metode proyeksi penduduk. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, perhitungan pertambahan nilai penduduk dapat dihitung menggunakan salah satu metode aritmatik, geometrik dan *least square*, dimana pemilihan metode tersebut berdasarkan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran salah satunya dengan dilakukan perhitungan koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi yang paling mendekati angka 1 merupakan metode proyeksi yang terpilih. Berikut ini merupakan perhitungan proyeksi penduduk di lokasi penelitian:

1. Menghitung nilai koefisien korelasi (r)

Untuk menghitung nilai r menggunakan rumus berikut ini:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2] \times [n(\sum x^2) - (\sum x)^2]}}^{0,5} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.1}$$

Maka, koefisien korelasi (r) dari setiap metode dapat dilihat pada Tabel 4.31 sampai dengan Tabel 4.34 berikut:

Tabel 4.32 Koefisien Korelasi (r) Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatik					
		R (%)	X	Y	X ²	Y ²	XY
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2012	15865	0	15.865	15.865	251.698.225	251.698.225	251.698.225
2013	16070	1,3	16.070	17.357	258.244.900	301.277.020	278.932.347
2014	16070	0,0	16.070	18.850	258.244.900	355.309.933	302.914.143
2015	15804	-1,7	15.804	20.342	249.766.416	413.796.964	321.484.968
2016	15832	0,2	15.832	21.834	250.652.224	476.738.112	345.681.165

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatik					
		R (%)	X	Y	X ²	Y ²	XY
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2017	15790	-0,3	15.790	23.327	249.324.100	544.133.378	368.328.067
2018	15581	-1,3	15.581	24.819	242.767.561	615.982.761	386.704.839
2019	14888	-4,4	14.888	26.311	221.652.544	692.286.262	391.723.131
2020	15387	3,4	15.387	27.804	236.759.769	773.043.880	427.815.019
2021	29296	90,4	29.296	29.296	858.255.616	858.255.616	858.255.616
Jumlah			170.583	225.805	3.077.366.255	5.282.522.152	3.933.537.520
Nilai r			0,466				

Tabel 4.33 Koefisien Korelasi (r) Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Geometrik					
		R (%)	X	Y	X ²	Y ²	XY
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2012	15865	0	15.865	52.955	251.698.225	2.804.232.025	840.131.075
2013	16070	1,3	16.070	48.403	258.244.900	2.342.894.539	777.843.536
2014	16070	0,0	16.070	52.955	258.244.900	2.804.232.025	850.986.850
2015	15804	-1,7	15.804	57.564	249.766.416	3.313.618.470	909.742.056
2016	15832	0,2	15.832	52.581	250.652.224	2.764.800.907	832.468.315
2017	15790	-0,3	15.790	53.379	249.324.100	2.849.284.738	842.849.544
2018	15581	-1,3	15.581	54.385	242.767.561	2.957.747.899	847.375.503
2019	14888	-4,4	14.888	55.420	221.652.544	3.071.368.173	825.091.855
2020	15387	3,4	15.387	52.955	236.759.769	2.804.232.025	814.818.585
2021	29296	90,4	29.296	100.823	858.255.616	10.165.358.305	2.953.722.372
Jumlah			170.583	581.421	3.077.366.255	35.877.769.106	10.495.029.692
Nilai r			0,979				

Tabel 4.34 Koefisien Korelasi (r) Metode *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode <i>Least Square</i>					
		R (%)	X	Y	X ²	Y ²	XY
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2012	15865	0	15.865	13.409	251.698.225	179.803.069	212.734.843
2013	16070	1,3	16.070	14.736	258.244.900	217.151.482	236.808.494
2014	16070	0,0	16.070	15.400	258.244.900	237.146.374	247.470.890
2015	15804	-1,7	15.804	16.063	249.766.416	258.021.721	253.860.514
2016	15832	0,2	15.832	16.727	250.652.224	279.777.526	264.814.764
2017	15790	-0,3	15.790	17.390	249.324.100	302.413.786	274.588.866
2018	15581	-1,3	15.581	18.054	242.767.561	325.930.503	281.292.292
2019	14888	-4,4	14.888	18.717	221.652.544	350.327.677	278.659.328
2020	15387	3,4	15.387	19.381	236.759.769	375.605.307	298.208.360
2021	29296	90,4	29.296	20.044	858.255.616	401.763.394	587.210.089
Jumlah			170.583	169.920	3.077.366.255	2.927.940.839	2.935.648.438
Nilai r			0,450				

2. Menghitung proyeksi penduduk

Setelah menghitung nilai koefisien korelasi (r) dari masing – masing metode, kemudian membandingkan nilai koefisien korelasi (r) dari setiap metode untuk memilih metode proyeksi. Perbandingan nilai koefisien korelasi (r) dapat dilihat pada Tabel 4.35 berikut ini:

Tabel 4.35 Perbandingan Koefisien Korelasi (r)

Metode Proyeksi	Nilai Koefisien Korelasi (r)
Metode Aritmatik	0,466
Metode Geometrik	0,979
Metode <i>Least Square</i>	0,450

Dari perbandingan nilai r di atas, dapat diketahui bahwa nilai koefisien yang paling mendekati nilai 1 adalah hasil dari metode geometrik yaitu 0,979. Sehingga untuk perhitungan proyeksi penduduk pada penelitian ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$$

$$P_n = 29.296 \times (1 + 0,0875)^2 = 34.649 \text{ jiwa}$$

Nilai jumlah penduduk (P_n) dan jumlah kebutuhan air limbah (q) yang sudah didapatkan, kemudian dilakukan perhitungan debit air limbah per hektar di lokasi penelitian dengan cara sebagai berikut:

$$Q = \frac{(34.649 \times 1,14583 \times 10^{-6})}{122,96} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{det}/\text{ha}$$

Berikut adalah contoh perhitungan debit air limbah di saluran A1.

Diketahui:

$$Q_{al}/\text{hektar} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{Ha}$$

$$A = 2,48 \text{ Ha}$$

Menghitung debit air limbah saluran A1:

$$Q_{al} = 0,00032 \times 2,48 = 0,0007999 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Hasil perhitungan debit air limbah setiap saluran drainase untuk periode ulang 2 tahun dapat dilihat pada Tabel 4. 36 berikut ini:

Tabel 4.36 Debit Air Limbah Periode Ulang 2 Tahun di Lokasi Penelitian

No	Saluran	Qal (m3/det/ha)	A (Ha)	Qal (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	A1	0,00032	2,48	0,000799
2	A2	0,00032	1,01	0,000327
3	A3	0,00032	0,74	0,000238
4	A4	0,00032	0,03	0,000011
5	A5	0,00032	0,44	0,000143
6	A6	0,00032	0,56	0,000181
7	A7	0,00032	0,56	0,000182
8	A8	0,00032	0,37	0,000119
9	A9	0,00032	0,30	0,000097
10	A10	0,00032	0,63	0,000203
11	A11	0,00032	3,88	0,001253
12	A12	0,00032	1,10	0,000356
13	A13	0,00032	2,02	0,000652
14	A14	0,00032	0,47	0,000152
15	A15	0,00032	0,48	0,000155
16	A16	0,00032	0,52	0,000167
17	A17	0,00032	1,02	0,000328
18	A18	0,00032	0,01	0,000004
19	A19	0,00032	0,21	0,000067
20	A20	0,00032	0,00	0,000001
21	A21	0,00032	0,13	0,000041
22	A22	0,00032	0,02	0,000005
23	A23	0,00032	0,30	0,000096
24	A24	0,00032	3,15	0,001019
25	A25	0,00032	0,79	0,000254
26	A26	0,00032	1,30	0,000421
27	A27	0,00032	0,11	0,000035
28	A28	0,00032	0,04	0,000013
29	A29	0,00032	2,88	0,000930
30	A30	0,00032	0,10	0,000034
31	A31	0,00032	0,18	0,000059
32	A32	0,00032	0,10	0,000031
33	A33	0,00032	0,31	0,000099
34	A34	0,00032	2,67	0,000864
35	A35	0,00032	0,17	0,000054
36	A36	0,00032	0,36	0,000116
37	A37	0,00032	0,11	0,000036
38	A38	0,00032	0,86	0,000278
39	A39	0,00032	1,69	0,000546
40	A40	0,00032	0,57	0,000185

No	Saluran	Qal (m3/det/ha)	A (Ha)	Qal (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
41	A41	0,00032	0,04	0,000013
42	A42	0,00032	0,51	0,000166
43	A43	0,00032	0,19	0,000062
44	A44	0,00032	0,44	0,000142
45	A45	0,00032	0,41	0,000133
46	A46	0,00032	1,28	0,000412
47	A47	0,00032	0,35	0,000112
48	A48	0,00032	0,86	0,000276
49	A49	0,00032	0,13	0,000042
50	A50	0,00032	0,20	0,000064
51	A51	0,00032	0,14	0,000046
52	A52	0,00032	0,37	0,000118
53	A53	0,00032	0,20	0,000065
54	A54	0,00032	0,45	0,000146
55	A55	0,00032	2,11	0,000682
56	A56	0,00032	0,29	0,000092
57	A57	0,00032	1,55	0,000500
58	A58	0,00032	0,05	0,000017
59	A59	0,00032	0,65	0,000211
60	A60	0,00032	0,53	0,000170
61	A61	0,00032	0,53	0,000171
62	A62	0,00032	0,74	0,000240
63	A63	0,00032	0,77	0,000247
64	A64	0,00032	1,22	0,000395
65	A65	0,00032	0,84	0,000271
66	A66	0,00032	2,45	0,000790
67	A67	0,00032	0,72	0,000232
68	A68	0,00032	1,06	0,000344
69	B1	0,00032	0,18	0,000059
70	B2	0,00032	0,01	0,000003
71	B3	0,00032	0,07	0,000021
72	B4	0,00032	0,08	0,000026
73	B5	0,00032	0,17	0,000055
74	B6	0,00032	0,11	0,000035
75	B7	0,00032	0,03	0,000010
76	B8	0,00032	0,04	0,000014
77	B9	0,00032	0,05	0,000015
78	B10	0,00032	0,10	0,000031
79	B11	0,00032	0,03	0,000010
80	B12	0,00032	0,06	0,000021
81	B13	0,00032	0,13	0,000041
82	B14	0,00032	0,02	0,000005
83	B15	0,00032	0,02	0,000008

No	Saluran	Qal (m3/det/ha)	A (Ha)	Qal (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
84	B16	0,00032	0,01	0,000003
85	B17	0,00032	1,61	0,000521
86	B18	0,00032	0,19	0,000061
87	B19	0,00032	0,28	0,000091
88	B20	0,00032	0,41	0,000134
89	B21	0,00032	0,49	0,000157
90	B22	0,00032	0,81	0,000262
91	B23	0,00032	0,06	0,000020
92	B24	0,00032	0,11	0,000036
93	B25	0,00032	0,16	0,000052
94	B26	0,00032	0,07	0,000021
95	B27	0,00032	0,05	0,000016
96	B28	0,00032	0,13	0,000042
97	B29	0,00032	0,10	0,000033
98	B30	0,00032	0,03	0,000010
99	B31	0,00032	0,01	0,000002
100	B32	0,00032	0,19	0,000061
101	B33	0,00032	0,33	0,000106
102	B34	0,00032	0,08	0,000024
103	B35	0,00032	0,10	0,000032
104	B36	0,00032	0,03	0,000009
105	B37	0,00032	0,06	0,000020
106	B38	0,00032	0,09	0,000029
107	B39	0,00032	0,12	0,000038
108	B40	0,00032	0,18	0,000058
109	B41	0,00032	0,37	0,000118
110	B42	0,00032	0,03	0,000011
111	B43	0,00032	0,13	0,000043
112	B44	0,00032	0,25	0,000081
113	B45	0,00032	0,35	0,000112
114	B46	0,00032	0,11	0,000036
115	B47	0,00032	0,09	0,000029
116	B48	0,00032	0,27	0,000087
117	B49	0,00032	0,06	0,000019
118	B50	0,00032	0,27	0,000087
119	B51	0,00032	0,19	0,000062
120	B52	0,00032	0,41	0,000131
121	B53	0,00032	0,32	0,000104
122	B54	0,00032	0,04	0,000012
123	B55	0,00032	0,05	0,000016
124	B56	0,00032	0,16	0,000053
125	B57	0,00032	0,13	0,000041
126	B58	0,00032	0,02	0,000006

No	Saluran	Qal (m3/det/ha)	A (Ha)	Qal (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
127	B59	0,00032	0,13	0,000042
128	B60	0,00032	0,05	0,000018
129	B61	0,00032	0,45	0,000145
130	B62	0,00032	0,08	0,000026
131	B63	0,00032	1,83	0,000591
132	B64	0,00032	1,59	0,000513
133	B65	0,00032	0,72	0,000232
134	B66	0,00032	0,93	0,000299
135	B67	0,00032	0,08	0,000025
136	B68	0,00032	0,17	0,000055
137	B69	0,00032	0,34	0,000110
138	B70	0,00032	0,07	0,000021
139	B71	0,00032	0,05	0,000017
140	B72	0,00032	0,10	0,000031
141	B73	0,00032	0,12	0,000040
142	B74	0,00032	0,16	0,000052
143	B75	0,00032	0,12	0,000040
144	B76	0,00032	0,14	0,000047
145	B77	0,00032	0,08	0,000026
146	B78	0,00032	0,27	0,000086
147	B79	0,00032	0,13	0,000041
148	B80	0,00032	0,09	0,000029
149	B81	0,00032	0,10	0,000032
150	B82	0,00032	0,07	0,000021
151	B83	0,00032	0,09	0,000029
152	B84	0,00032	0,44	0,000142
153	B85	0,00032	0,03	0,000010
154	B86	0,00032	0,07	0,000023
155	B87	0,00032	0,04	0,000012
156	B88	0,00032	0,14	0,000045
157	B89	0,00032	0,03	0,000011
158	B90	0,00032	0,10	0,000033
159	B91	0,00032	0,08	0,000026
160	B92	0,00032	0,05	0,000017
161	B93	0,00032	0,16	0,000052
162	B94	0,00032	0,04	0,000011
163	B95	0,00032	0,41	0,000132
164	B96	0,00032	0,25	0,000080
165	B97	0,00032	0,13	0,000043
166	B98	0,00032	0,52	0,000167
167	B99	0,00032	0,40	0,000129
168	B100	0,00032	0,29	0,000093
169	B101	0,00032	0,35	0,000115

No	Saluran	Qal (m3/det/ha)	A (Ha)	Qal (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
170	B102	0,00032	0,25	0,000081
171	B103	0,00032	0,07	0,000021
172	B104	0,00032	0,29	0,000094
173	B105	0,00032	0,06	0,000020
174	B106	0,00032	0,20	0,000066
175	B107	0,00032	0,11	0,000035
176	B108	0,00032	0,11	0,000036
177	B109	0,00032	0,16	0,000053
178	B110	0,00032	0,05	0,000015
179	B111	0,00032	0,06	0,000020
180	B112	0,00032	0,35	0,000115
181	B113	0,00032	0,57	0,000185
182	B114	0,00032	0,23	0,000074
183	B115	0,00032	0,08	0,000027
184	B116	0,00032	0,23	0,000075
185	B117	0,00032	0,34	0,000109
186	B118	0,00032	0,91	0,000293
187	B119	0,00032	0,31	0,000099
188	B120	0,00032	0,33	0,000105
189	B121	0,00032	0,89	0,000288
190	B122	0,00032	0,91	0,000295
191	B123	0,00032	0,37	0,000120
192	B124	0,00032	0,03	0,000009
193	B125	0,00032	0,59	0,000192
194	B126	0,00032	0,12	0,000038
195	B127	0,00032	0,10	0,000032
196	B128	0,00032	0,78	0,000253
197	B129	0,00032	0,08	0,000027
198	B130	0,00032	1,71	0,000552
199	B131	0,00032	1,05	0,000339
200	B132	0,00032	0,16	0,000052
201	B133	0,00032	0,23	0,000075
202	B134	0,00032	0,03	0,000009
203	B135	0,00032	0,37	0,000121
204	B136	0,00032	0,17	0,000056
205	B137	0,00032	0,09	0,000029
206	B138	0,00032	0,05	0,000016
207	B139	0,00032	0,23	0,000073
208	B140	0,00032	0,10	0,000031
209	B141	0,00032	0,11	0,000035
210	B142	0,00032	0,10	0,000031
211	B143	0,00032	0,09	0,000029
212	B144	0,00032	0,39	0,000127

No	Saluran	Qal (m3/det/ha)	A (Ha)	Qal (m3/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
213	B145	0,00032	0,09	0,000029
214	B146	0,00032	0,33	0,000106
215	B147	0,00032	0,31	0,000099
216	B148	0,00032	0,04	0,000014
217	B149	0,00032	0,01	0,000004
218	B150	0,00032	0,11	0,000035
219	B151	0,00032	0,03	0,000008
220	B152	0,00032	0,06	0,000020
221	B153	0,00032	0,01	0,000004
222	B154	0,00032	0,03	0,000010
223	B155	0,00032	0,16	0,000053
224	B156	0,00032	0,13	0,000043
225	B157	0,00032	0,15	0,000049
226	B158	0,00032	0,55	0,000178
227	B159	0,00032	1,04	0,000336
228	B160	0,00032	0,02	0,000008
229	B161	0,00032	0,10	0,000031
230	B162	0,00032	0,03	0,000008
231	B163	0,00032	0,03	0,000009
232	B164	0,00032	0,10	0,000034
233	B165	0,00032	0,07	0,000023
234	B166	0,00032	0,03	0,000010
235	B167	0,00032	0,13	0,000042
236	B168	0,00032	0,12	0,000039
237	B169	0,00032	0,03	0,000011
238	B170	0,00032	0,14	0,000046
239	B171	0,00032	0,05	0,000016
240	B172	0,00032	0,18	0,000057
241	B173	0,00032	0,03	0,000008
242	B174	0,00032	0,03	0,000011
243	B175	0,00032	0,05	0,000016
244	B176	0,00032	0,21	0,000067
245	B177	0,00032	0,05	0,000015
246	B178	0,00032	0,78	0,000253
247	B179	0,00032	0,28	0,000092
248	B180	0,00032	0,35	0,000114
249	B181	0,00032	0,38	0,000123
250	B182	0,00032	0,06	0,000021
251	B183	0,00032	0,15	0,000049
252	B184	0,00032	0,03	0,000011
253	B185	0,00032	0,16	0,000051
254	B186	0,00032	0,03	0,000010
255	B187	0,00032	0,03	0,000010

No	Saluran	Qal (m ³ /det/ha)	A (Ha)	Qal (m ³ /detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
256	B188	0,00032	0,16	0,000051
257	B189	0,00032	0,03	0,000010
258	B190	0,00032	0,14	0,000044
259	B191	0,00032	0,03	0,000011
260	B192	0,00032	0,13	0,000043
261	B193	0,00032	0,03	0,000011
262	B194	0,00032	0,18	0,000059
263	B195	0,00032	0,19	0,000061
264	B196	0,00032	1,08	0,000349
265	B197	0,00032	0,36	0,000117
266	B198	0,00032	0,19	0,000062
267	B199	0,00032	0,06	0,000019
268	B200	0,00032	0,33	0,000107
269	B201	0,00032	0,19	0,000062
270	B202	0,00032	0,25	0,000081
271	B203	0,00032	0,07	0,000021
272	B204	0,00032	0,12	0,000038
273	B205	0,00032	0,05	0,000015
274	B206	0,00032	0,43	0,000140
275	B207	0,00032	0,09	0,000028
276	B208	0,00032	0,17	0,000054
277	B209	0,00032	0,04	0,000012
278	B210	0,00032	0,04	0,000013
279	B211	0,00032	0,00	0,000001
280	B212	0,00032	0,09	0,000028
281	B213	0,00032	0,02	0,000005

Dari Tabel 4.36 di atas dapat diketahui bahwa nilai debit air limbah (Qal) terbesar terdapat pada saluran A11 dengan debit sebesar 0,001253 m³/detik dan nilai debit air limbah (Qal) terkecil terdapat pada saluran A20 dan B211 dengan debit sebesar 0,000001 m³/detik.

4.2.4 Debit Drainase Eksisting

Debit drainase eksisting dihitung berdasarkan dimensi saluran yang didapatkan dari pengambilan data di lapangan dan beberapa data sekunder dari Kantor Balai Desa Kureksari. Perhitungan debit drainase menggunakan rumus kecepatan rata-rata Manning. Berikut adalah contoh perhitungan debit drainase eksisting di saluran A1.

Diketahui:

Lebar = 0,29 m

Tinggi = 0,495 m

Panjang = 258 m

Slope = 0,00041

Jenis bahan = Beton

Bentuk = Persegi

Menghitung debit drainase eksisting saluran A1 menggunakan Persamaan 3.18:

- 1) Menentukan luas penampang saluran

$$A = 0,29 \times 0,495 = 0,14 \text{ m}^2$$

- 2) Menentukan koefisien manning (n) saluran berdasarkan Tabel 2.20, yaitu untuk jenis bahan saluran beton, $n=0,013$

- 3) Menentukan jari-jari hidrolis saluran

$$R = \frac{0,14}{0,29 \times (2 \times 0,495)} = 0,11215 \text{ m}$$

- 4) Menentukan kecepatan saluran menggunakan Persamaan 3.17

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,11215^{\frac{2}{3}} \times 0,00041^{\frac{1}{2}} = 0,36$$

- 5) Maka, $Q = 0,14 \times 0,36 = 0,51805 \text{ m}^3/\text{detik}$

Hasil perhitungan debit drainase eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Dari tabel perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai debit drainase eksisting (Qeks) terbesar terdapat pada saluran A68 dengan debit sebesar 32,519863 m³/detik dan nilai debit drainase eksisting (Qeks) terkecil terdapat pada saluran B22 dengan debit sebesar 0,010523 m³/detik.

Tabel 4.37 Debit Drainase di Lokasi Penelitian

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	A1	Sekunder	0,29	0,495	258	0,14	Beton	0,013	0,11215	0,00041	0,36	0,051805
2	A2	Sekunder	3,23	1	260	3,23	Batu Kali	0,025	0,61759	0,00595	2,24	7,225166
3	A3	Tersier	0,29	0,3	43,1	0,09	Beton	0,013	0,09775	0,02369	2,51	0,218576
4	A4	Tersier	0,32	0,55	14,7	0,18	Beton	0,013	0,12394	0,02306	2,90	0,511085
5	A5	Sekunder	0,34	0,475	43,3	0,16	Beton	0,013	0,12519	0,02543	3,07	0,495755
6	A6	Tersier	1,6	1	129	1,60	U-Ditch	0,013	0,44444	0,00947	4,36	6,973507
7	A7	Tersier	1,6	1	143	1,60	U-Ditch	0,013	0,44444	0,00711	3,78	6,044783
8	A8	Tersier	1,6	1	93	1,60	U-Ditch	0,013	0,44444	0,00206	2,04	3,256848
9	A9	Tersier	0,4	0,25	105	0,10	Batu Bata	0,015	0,11111	0,01893	2,12	0,212012
10	A10	Sekunder	0,35	0,2	163	0,07	Batu Bata	0,015	0,09333	0,01509	1,68	0,117937
11	A11	Primer	7,9	1,335	542	10,55	Tanah	0,030	0,99778	0,00106	1,08	11,433441
12	A12	Sekunder	1	0,5	135	0,50	U-Ditch	0,013	0,25000	0,01191	3,33	1,665825
13	A13	Primer	1	0,5	402	0,50	U-Ditch	0,013	0,25000	0,00214	1,41	0,706386
14	A14	Tersier	1,15	0,9	115	1,04	Beton	0,013	0,35085	0,00297	2,08	2,156606
15	A15	Sekunder	0,35	0,3	47,7	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,02715	2,53	0,265634
16	A16	Sekunder	0,35	0,3	47,7	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,03061	2,69	0,282050
17	A17	Primer	0,35	0,3	72	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,00229	0,74	0,077176
18	A18	Primer	0,35	0,3	72	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,00328	0,88	0,092299
19	A19	Primer	0,35	0,3	72	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,00401	0,97	0,102139
20	A20	Tersier	0,3	0,1	32	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,01931	1,42	0,042597
21	A21	Tersier	0,3	0,1	32	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,02016	1,45	0,043518
22	A22	Tersier	0,4	0,15	45	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,02136	1,89	0,113636

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
23	A23	Tersier	0,4	0,15	46	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,02091	1,87	0,112453
24	A24	Primer	5,2	1,24	566	6,45	Batu Kali	0,025	0,83958	0,00141	1,34	8,624344
25	A25	Tersier	0,35	0,35	603	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,00037	0,31	0,037582
26	A26	Tersier	0,4	0,3	192	0,12	Batu Bata	0,015	0,12000	0,00717	1,37	0,164767
27	A27	Tersier	0,3	0,3	193	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,0076	1,25	0,112661
28	A28	Tersier	0,3	0,3	90	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,0085	1,32	0,119177
29	A29	Tersier	0,35	0,35	607	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,00056	0,38	0,046216
30	A30	Tersier	0,55	0,35	88	0,19	Batu Bata	0,015	0,15400	0,0099	1,91	0,366821
31	A31	Tersier	1,225	0,495	42	0,61	Batu Bata	0,015	0,27376	0,02345	4,30	2,610088
32	A32	Tersier	1,225	0,495	37	0,61	Batu Bata	0,015	0,27376	0,0427	5,81	3,522001
33	A33	Tersier	0,38	0,7	101	0,27	Batu Bata	0,015	0,14944	0,00449	1,26	0,334441
34	A34	Tersier	0,79	0,97	168	0,77	Batu Bata	0,015	0,28070	0,00885	2,69	2,060468
35	A35	Tersier	0,35	0,3	70	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,00587	1,18	0,123532
36	A36	Tersier	0,35	0,15	286	0,05	Batu Bata	0,015	0,08077	0,00605	0,97	0,050863
37	A37	Tersier	0,35	0,15	283	0,05	Batu Bata	0,015	0,08077	0,00972	1,23	0,064479
38	A38	Tersier	1	0,4	130	0,40	U-Ditch	0,013	0,22222	0,01946	3,94	1,574817
39	A39	Tersier	1,5	1	126	1,50	Batu Bata	0,015	0,42857	0,01765	5,03	7,552040
40	A40	Tersier	0,25	0,15	179	0,04	Batu Bata	0,015	0,06818	0,01826	1,50	0,056385
41	A41	Tersier	0,25	0,15	114	0,04	Batu Bata	0,015	0,06818	0,02341	1,70	0,063842
42	A42	Tersier	0,325	0,38	50	0,12	Batu Bata	0,015	0,11382	0,01342	1,81	0,224015
43	A43	Tersier	0,27	0,33	131	0,09	Batu Bata	0,015	0,09581	0,02529	2,22	0,197784
44	A44	Tersier	0,2	0,1	114	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,02297	1,37	0,027428
45	A45	Tersier	0,27	0,235	115	0,06	Batu Bata	0,015	0,08574	0,03433	2,40	0,152398
46	A46	Tersier	0,6	0,35	130	0,21	Batu Bata	0,015	0,16154	0,03055	3,46	0,725847

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
47	A47	Tersier	0,25	0,15	121	0,04	Batu Bata	0,015	0,06818	0,0098	1,10	0,041308
48	A48	Tersier	0,4	0,35	224	0,14	Batu Bata	0,015	0,12727	0,01709	2,21	0,308754
49	A49	Tersier	0,4	0,35	224	0,14	Batu Bata	0,015	0,12727	0,01611	2,14	0,299711
50	A50	Tersier	0,33	0,23	50	0,08	Batu Bata	0,015	0,09608	0,02566	2,24	0,170029
51	A51	Tersier	0,255	0,51	77	0,13	Batu Bata	0,015	0,10200	0,00699	1,22	0,158209
52	A52	Tersier	0,3	0,15	184	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,00997	1,18	0,053281
53	A53	Tersier	0,3	0,15	182	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,00989	1,18	0,053059
54	A54	Tersier	0,5	0,35	169	0,18	Batu Bata	0,015	0,14583	0,02267	2,78	0,486729
55	A55	Tersier	0,3	0,1	172	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,02126	1,49	0,044695
56	A56	Tersier	0,255	0,51	97	0,13	Batu Bata	0,015	0,10200	0,02164	2,14	0,278424
57	A57	Tersier	0,925	0,43	364	0,40	Beton	0,013	0,22283	0,00228	1,35	0,536994
58	A58	Tersier	0,5	0,2	121	0,10	Batu Bata	0,015	0,11111	0,00148	0,59	0,059263
59	A59	Sekunder	0,15	0,4	75	0,06	Beton	0,013	0,06316	0,01569	1,53	0,091696
60	A60	Sekunder	0,52	0,605	143	0,31	Batu Bata	0,015	0,18185	0,00586	1,64	0,515343
61	A61	Tersier	0,25	0,4	317	0,10	Batu Bata	0,015	0,09524	0,0002	0,19	0,019444
62	A62	Tersier	0,4	0,1	399	0,04	Batu Bata	0,015	0,06667	0,00373	0,67	0,026775
63	A63	Tersier	0,25	0,4	322	0,10	Batu Bata	0,015	0,09524	0,0007	0,37	0,036833
64	A64	Tersier	0,4	0,1	406	0,04	Batu Bata	0,015	0,06667	0,00317	0,62	0,024685
65	A65	Tersier	2	1	204	2,00	Batu Kali	0,025	0,50000	0,0119	2,75	5,498099
66	A66	Tersier	0,5	0,15	461	0,08	Batu Bata	0,015	0,09375	0,00233	0,66	0,049828
67	A67	Tersier	2	1,5	140	3,00	U-Ditch	0,013	0,60000	8,6E-05	0,51	1,519866
68	A68	Tersier	2,4	2	185	4,80	U-Ditch	0,013	0,75000	0,01138	6,77	32,519863
69	B1	Tersier	0,895	0,87	68	0,78	Batu Bata	0,015	0,29550	0,02006	4,19	3,261706
70	B2	Tersier	0,895	0,87	48	0,78	Batu Bata	0,015	0,29550	0,00308	1,64	1,278799

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
71	B3	Tersier	0,35	0,645	10	0,23	Batu Bata	0,015	0,13765	0,0085	1,64	0,369915
72	B4	Tersier	0,205	0,44	29,6	0,09	Batu Bata	0,015	0,08313	0,00693	1,06	0,095323
73	B5	Tersier	0,545	0,45	53	0,25	Batu Bata	0,015	0,16972	0,01864	2,79	0,684309
74	B6	Tersier	1,6	0,37	99	0,59	Batu Kali	0,025	0,25299	0,00618	1,26	0,744750
75	B7	Tersier	0,395	0,63	42,9	0,25	Batu Bata	0,015	0,15036	0,01492	2,30	0,572973
76	B8	Tersier	0,395	0,63	22	0,25	Batu Bata	0,015	0,15036	0,01145	2,02	0,502067
77	B9	Tersier	0,395	0,63	44	0,25	Batu Bata	0,015	0,15036	0,00734	1,62	0,401928
78	B10	Tersier	0,46	0,635	53	0,29	Batu Bata	0,015	0,16884	0,00513	1,46	0,426164
79	B11	Tersier	0,46	0,635	25	0,29	Batu Bata	0,015	0,16884	0,01744	2,69	0,785604
80	B12	Tersier	0,46	0,635	53	0,29	Batu Bata	0,015	0,16884	0,00653	1,65	0,480652
81	B13	Tersier	0,39	0,65	54	0,25	Batu Bata	0,015	0,15000	0,0117	2,04	0,516150
82	B14	Tersier	0,39	0,65	24	0,25	Batu Bata	0,015	0,15000	0,02129	2,75	0,696176
83	B15	Tersier	0,39	0,65	54	0,25	Batu Bata	0,015	0,15000	0,02274	2,84	0,719476
84	B16	Tersier	1,545	1,115	13	1,72	Batu Bata	0,015	0,45634	0,02908	6,74	11,607640
85	B17	Sekunder	1,88	0,485	267	0,91	Batu Bata	0,015	0,31993	0,00294	1,69	1,542767
86	B18	Sekunder	0,3	0,3	263	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,003	0,79	0,070802
87	B19	Tersier	0,35	0,35	187	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,01295	1,81	0,221909
88	B20	Tersier	0,4	0,45	141	0,18	Batu Bata	0,015	0,13846	0,01806	2,40	0,431572
89	B21	Tersier	0,3	0,4	245	0,12	Batu Bata	0,015	0,10909	0,00087	0,45	0,053981
90	B22	Tersier	0,3	0,4	241	0,12	Batu Bata	0,015	0,10909	3,3E-05	0,09	0,010523
91	B23	Tersier	0,45	0,45	216	0,20	Batu Bata	0,015	0,15000	0,02799	3,15	0,637577
92	B24	Tersier	0,45	0,45	237	0,20	Batu Bata	0,015	0,15000	0,01927	2,61	0,529115
93	B25	Tersier	0,3	0,3	117	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,03647	2,74	0,246861
94	B26	Tersier	0,15	0,15	117	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,03193	1,62	0,036379

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
95	B27	Tersier	0,5	0,5	96	0,25	Batu Bata	0,015	0,16667	0,01296	2,30	0,574587
96	B28	Tersier	0,4	0,4	124	0,16	Batu Bata	0,015	0,13333	0,01716	2,28	0,364695
97	B29	Tersier	1,15	0,565	102	0,65	Batu Kali	0,025	0,28498	0,03079	3,04	1,975064
98	B30	Tersier	0,335	0,55	110	0,18	Batu Bata	0,015	0,12840	0,02052	2,43	0,447805
99	B31	Tersier	0,55	0,59	118	0,32	Batu Bata	0,015	0,18757	0,01653	2,81	0,911500
100	B32	Tersier	0,555	0,35	205	0,19	Batu Bata	0,015	0,15478	0,01148	2,06	0,399959
101	B33	Tersier	0,555	0,35	117	0,19	Batu Bata	0,015	0,15478	0,01354	2,24	0,434376
102	B34	Tersier	0,45	0,505	212	0,23	Batu Bata	0,015	0,15565	0,01251	2,16	0,490304
103	B35	Tersier	0,45	0,505	125	0,23	Batu Bata	0,015	0,15565	0,01159	2,08	0,471982
104	B36	Tersier	0,35	0,35	93	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,0522	3,64	0,445515
105	B37	Tersier	0,35	0,35	97	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,02988	2,75	0,337033
106	B38	Tersier	0,35	0,35	86	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,05036	3,57	0,437577
107	B39	Tersier	0,35	0,35	91	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,03664	3,05	0,373226
108	B40	Tersier	0,555	0,35	86	0,19	Batu Bata	0,015	0,15478	0,0135	2,23	0,433759
109	B41	Tersier	0,555	0,35	88	0,19	Batu Bata	0,015	0,15478	0,00878	1,80	0,349889
110	B42	Tersier	0,47	0,96	36	0,45	Batu Bata	0,015	0,18879	0,01972	3,08	1,390176
111	B43	Tersier	0,47	0,96	35,8	0,45	Batu Bata	0,015	0,18879	0,02123	3,20	1,442305
112	B44	Tersier	0,69	0,96	266	0,66	Batu Bata	0,015	0,25379	0,00448	1,79	1,185482
113	B45	Tersier	0,4	0,45	78	0,18	Batu Bata	0,015	0,13846	0,02172	2,63	0,473308
114	B46	Tersier	0,45	0,88	136	0,40	Batu Bata	0,015	0,17919	0,02874	3,59	1,422556
115	B47	Sekunder	0,3	0,4	134	0,12	Batu Bata	0,015	0,10909	0,01971	2,14	0,256417
116	B48	Sekunder	0,3	0,4	134	0,12	Batu Bata	0,015	0,10909	0,01881	2,09	0,250475
117	B49	Tersier	0,405	0,67	44	0,27	Batu Bata	0,015	0,15550	0,04407	4,05	1,098139
118	B50	Sekunder	0,57	1,18	150	0,67	Batu Bata	0,015	0,22956	0,02305	3,79	2,552458

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
119	B51	Tersier	0,5	0,45	167	0,23	Batu Bata	0,015	0,16071	0,00159	0,79	0,176628
120	B52	Tersier	0,57	0,6	167	0,34	Batu Bata	0,015	0,19322	0,00263	1,14	0,390701
121	B53	Tersier	0,56	0,52	168	0,29	Batu Bata	0,015	0,18200	0,00265	1,10	0,320878
122	B54	Sekunder	0,55	0,47	117	0,26	Batu Bata	0,015	0,17349	0,02852	3,50	0,905324
123	B55	Sekunder	0,365	0,57	118	0,21	Batu Bata	0,015	0,13824	0,02358	2,74	0,569481
124	B56	Tersier	0,33	0,48	81	0,16	Batu Bata	0,015	0,12279	0,0031	0,92	0,145223
125	B57	Tersier	0,55	0,57	35,1	0,31	Batu Bata	0,015	0,18550	0,0216	3,19	0,998990
126	B58	Tersier	0,55	0,57	38,6	0,31	Batu Bata	0,015	0,18550	0,02782	3,62	1,133936
127	B59	Sekunder	0,36	0,57	78	0,21	Batu Bata	0,015	0,13680	0,02722	2,92	0,599199
128	B60	Sekunder	0,52	0,57	78	0,30	Batu Bata	0,015	0,17855	0,02572	3,39	1,004813
129	B61	Sekunder	0,3	0,6	117	0,18	Batu Bata	0,015	0,12000	0,01719	2,13	0,382750
130	B62	Sekunder	0,595	0,78	117	0,46	Batu Bata	0,015	0,21536	0,01586	3,02	1,400101
131	B63	Sekunder	1	0,6	488	0,60	Batu Bata	0,015	0,27273	0,0017	1,16	0,693340
132	B64	Tersier	0,35	0,1	398	0,04	Batu Bata	0,015	0,06364	0,00096	0,33	0,011507
133	B65	Sekunder	2,7	2	631	5,40	Batu Bata	0,015	0,80597	0,00366	3,49	18,852007
134	B66	Tersier	0,86	0,6	160	0,52	Batu Bata	0,015	0,25049	0,00164	1,07	0,553143
135	B67	Tersier	0,325	0,56	114	0,18	Batu Bata	0,015	0,12595	0,0078	1,48	0,269224
136	B68	Tersier	0,325	0,56	76	0,18	Batu Bata	0,015	0,12595	0,01562	2,09	0,381008
137	B69	Tersier	0,325	0,56	107	0,18	Batu Bata	0,015	0,12595	0,00474	1,15	0,209859
138	B70	Tersier	0,325	0,56	69	0,18	Batu Bata	0,015	0,12595	0,01683	2,17	0,395464
139	B71	Tersier	0,28	0,66	67	0,18	Batu Bata	0,015	0,11550	0,01422	1,89	0,348477
140	B72	Tersier	0,405	0,46	68	0,19	Batu Bata	0,015	0,14060	0,01159	1,94	0,361517
141	B73	Tersier	0,31	0,58	67	0,18	Batu Bata	0,015	0,12231	0,02642	2,67	0,480060
142	B74	Tersier	0,35	0,53	68	0,19	Batu Bata	0,015	0,13156	0,02454	2,70	0,501160

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
143	B75	Tersier	0,525	0,775	190	0,41	Batu Bata	0,015	0,19608	0,01043	2,30	0,935061
144	B76	Tersier	0,69	0,775	180	0,53	Batu Bata	0,015	0,23873	0,01601	3,25	1,735956
145	B77	Tersier	0,925	0,45	183	0,42	Beton	0,013	0,22808	0,01055	2,95	1,227510
146	B78	Tersier	0,9	0,4	115	0,36	Beton	0,013	0,21176	0,03025	4,75	1,711223
147	B79	Tersier	0,35	0,25	62	0,09	Batu Bata	0,015	0,10294	0,03703	2,82	0,246566
148	B80	Tersier	0,3	0,5	59	0,15	Batu Bata	0,015	0,11538	0,04015	3,17	0,474921
149	B81	Tersier	0,25	0,2	108	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,01336	1,39	0,069690
150	B82	Tersier	0,25	0,25	80	0,06	Batu Bata	0,015	0,08333	0,01193	1,39	0,086809
151	B83	Sekunder	0,44	0,635	119	0,28	Beton	0,013	0,16339	0,00642	1,84	0,514687
152	B84	Sekunder	0,5	0,6	141	0,30	Beton	0,013	0,17647	0,00507	1,72	0,517015
153	B85	Sekunder	0,4	0,2	105	0,08	Batu Bata	0,015	0,10000	0,01553	1,79	0,143207
154	B86	Sekunder	0,4	0,2	105	0,08	Batu Bata	0,015	0,10000	0,01332	1,66	0,132631
155	B87	Sekunder	0,355	0,46	109	0,16	Beton	0,013	0,12808	0,00067	0,51	0,082599
156	B88	Tersier	0,4	0,6	101	0,24	Batu Bata	0,015	0,15000	0,00079	0,53	0,127125
157	B89	Tersier	0,25	0,3	101	0,08	Batu Bata	0,015	0,08824	0,01251	1,48	0,110861
158	B90	Tersier	0,25	0,3	101	0,08	Batu Bata	0,015	0,08824	0,01171	1,43	0,107250
159	B91	Tersier	0,3	0,25	101	0,08	Batu Bata	0,015	0,09375	0,00129	0,49	0,037019
160	B92	Tersier	0,3	0,2	101	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,00185	0,56	0,033460
161	B93	Tersier	0,3	0,35	101	0,11	Batu Bata	0,015	0,10500	0,013	1,69	0,177635
162	B94	Tersier	0,2	0,15	101	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,01816	1,38	0,041305
163	B95	Tersier	0,39	0,65	206	0,25	Batu Bata	0,015	0,15000	0,02091	2,72	0,689951
164	B96	Tersier	0,4	0,475	206	0,19	Batu Bata	0,015	0,14074	0,02143	2,64	0,501735
165	B97	Sekunder	1	0,35	223,8	0,35	Batu Bata	0,015	0,20588	0,01036	2,37	0,827973
166	B98	Sekunder	0,5	1	222,2	0,50	Batu Bata	0,015	0,20000	0,01039	2,32	1,162087

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
167	B99	Tersier	0,3	0,25	76	0,08	Batu Bata	0,015	0,09375	0,00095	0,42	0,031760
168	B100	Tersier	0,65	0,3	76	0,20	Batu Bata	0,015	0,15600	0,00245	0,96	0,186370
169	B101	Tersier	0,3	0,25	185	0,08	Batu Bata	0,015	0,09375	0,00542	1,01	0,075939
170	B102	Tersier	0,55	0,3	171	0,17	Batu Bata	0,015	0,14348	0,00467	1,25	0,206075
171	B103	Tersier	0,3	0,2	101	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,00342	0,76	0,045448
172	B104	Tersier	0,35	0,2	101	0,07	Batu Bata	0,015	0,09333	0,0015	0,53	0,037127
173	B105	Tersier	0,45	0,25	101	0,11	Batu Bata	0,015	0,11842	0,02268	2,42	0,272395
174	B106	Tersier	0,3	0,25	101	0,08	Batu Bata	0,015	0,09375	0,02192	2,04	0,152773
175	B107	Tersier	0,3	0,25	193	0,08	Batu Bata	0,015	0,09375	0,00437	0,91	0,068235
176	B108	Tersier	0,3	0,25	161	0,08	Batu Bata	0,015	0,09375	0,00386	0,85	0,064084
177	B109	Tersier	0,25	0,2	101	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,0074	1,04	0,051850
178	B110	Tersier	0,25	0,2	101	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,01251	1,35	0,067447
179	B111	Tersier	0,5	0,4	101	0,20	Batu Bata	0,015	0,15385	0,03472	3,57	0,713352
180	B112	Tersier	0,5	0,4	92	0,20	Batu Bata	0,015	0,15385	0,02525	3,04	0,608313
181	B113	Tersier	0,94	0,4	192	0,38	Beton	0,013	0,21609	0,00355	1,65	0,620288
182	B114	Tersier	0,35	0,25	155	0,09	Batu Bata	0,015	0,10294	0,02834	2,46	0,215679
183	B115	Tersier	0,35	0,25	169	0,09	Batu Bata	0,015	0,10294	0,02497	2,31	0,202468
184	B116	Tersier	0,59	0,65	244	0,38	Beton	0,013	0,20291	0,01464	3,21	1,232323
185	B117	Tersier	0,66	0,75	244	0,50	Beton	0,013	0,22917	0,01538	3,57	1,768205
186	B118	Sekunder	0,52	0,63	382	0,33	Beton	0,013	0,18404	0,00954	2,43	0,796465
187	B119	Sekunder	0,35	0,45	177,5	0,16	Batu Bata	0,015	0,12600	0,01343	1,94	0,305773
188	B120	Sekunder	0,35	0,45	164,7	0,16	Batu Bata	0,015	0,12600	0,01445	2,01	0,317233
189	B121	Sekunder	0,94	0,5	437	0,47	Batu Bata	0,015	0,24227	0,00627	2,05	0,964562
190	B122	Sekunder	0,585	0,45	529	0,26	Beton	0,013	0,17727	0,00021	0,35	0,092982

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
191	B123	Tersier	0,2	0,1	126	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,00575	0,69	0,013727
192	B124	Tersier	0,525	0,25	49	0,13	Batu Bata	0,015	0,12805	0,02953	2,91	0,381998
193	B125	Tersier	0,525	0,25	126	0,13	Batu Bata	0,015	0,12805	0,00175	0,71	0,092886
194	B126	Tersier	1,15	0,35	49	0,40	Batu Bata	0,015	0,21757	0,02963	4,15	1,670921
195	B127	Tersier	0,2	0,1	144	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,02011	1,28	0,025663
196	B128	Tersier	0,6	0,35	266	0,21	Batu Bata	0,015	0,16154	0,00957	1,93	0,406257
197	B129	Tersier	0,6	0,35	48	0,21	Batu Bata	0,015	0,16154	0,02185	2,92	0,613874
198	B130	Tersier	1	0,7	146	0,70	Batu Bata	0,015	0,29167	0,01208	3,22	2,255992
199	B131	Tersier	0,87	0,745	224	0,65	Batu Bata	0,015	0,27464	0,01117	2,98	1,929892
200	B132	Tersier	0,295	0,78	144	0,23	Batu Bata	0,015	0,12404	0,01643	2,13	0,489065
201	B133	Tersier	0,25	0,2	119	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,00915	1,15	0,057675
202	B134	Tersier	0,3	0,3	37,9	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,0248	2,26	0,203577
203	B135	Tersier	0,45	0,25	114	0,11	Batu Bata	0,015	0,11842	0,01004	1,61	0,181258
204	B136	Tersier	0,3	0,3	66	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,07311	3,88	0,349511
205	B137	Tersier	0,3	0,3	66	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,0652	3,67	0,330064
206	B138	Tersier	0,3	0,2	77	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,00226	0,62	0,036965
207	B139	Tersier	0,3	0,2	77	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,00169	0,53	0,031951
208	B140	Tersier	0,2	0,1	134	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,01372	1,06	0,021194
209	B141	Tersier	0,2	0,1	134	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,01105	0,95	0,019024
210	B142	Tersier	0,3	0,1	130	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,00918	0,98	0,029364
211	B143	Tersier	0,3	0,1	132	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,00649	0,82	0,024698
212	B144	Tersier	0,2	0,1	138	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,00354	0,54	0,010772
213	B145	Tersier	0,2	0,1	140	0,02	Batu Bata	0,015	0,05000	0,00526	0,66	0,013130
214	B146	Tersier	0,3	0,45	145	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,01067	1,60	0,216640

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
215	B147	Tersier	0,3	0,45	147	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,0128	1,76	0,237254
216	B148	Tersier	0,3	0,45	41,4	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,00792	1,38	0,186687
217	B149	Tersier	0,3	0,45	42,4	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,02132	2,27	0,306252
218	B150	Tersier	0,3	0,45	46	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,04154	3,17	0,427493
219	B151	Tersier	0,3	0,45	46,8	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,04618	3,34	0,450694
220	B152	Tersier	0,3	0,45	49,5	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,03329	2,83	0,382696
221	B153	Tersier	0,3	0,45	50	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,00978	1,54	0,207418
222	B154	Tersier	0,3	0,45	52	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,01175	1,68	0,227351
223	B155	Tersier	0,3	0,45	53	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,00747	1,34	0,181296
224	B156	Tersier	0,3	0,45	163	0,14	Batu Bata	0,015	0,11250	0,0143	1,86	0,250816
225	B157	Sekunder	1	1	164	1,00	Batu Bata	0,015	0,33333	0,01498	3,92	3,922114
226	B158	Tersier	0,35	0,8	303	0,28	Batu Bata	0,015	0,14359	0,00065	0,47	0,130515
227	B159	Tersier	0,35	0,8	299	0,28	Batu Bata	0,015	0,14359	0,00442	1,22	0,340481
228	B160	Tersier	0,45	0,15	69	0,07	Batu Bata	0,015	0,09000	0,08423	3,89	0,262288
229	B161	Tersier	0,45	0,15	69	0,07	Batu Bata	0,015	0,09000	0,07796	3,74	0,252329
230	B162	Tersier	0,35	0,35	69	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,08672	4,69	0,574223
231	B163	Tersier	0,45	0,25	67	0,11	Batu Bata	0,015	0,11842	0,01628	2,05	0,230793
232	B164	Tersier	0,2	0,15	69	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,05487	2,39	0,071801
233	B165	Tersier	0,35	0,35	76	0,12	Batu Bata	0,015	0,11667	0,07858	4,46	0,546591
234	B166	Tersier	0,45	0,25	82	0,11	Batu Bata	0,015	0,11842	0,01861	2,19	0,246727
235	B167	Tersier	0,2	0,15	76	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,05122	2,31	0,069374
236	B168	Tersier	0,3	0,2	106	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,02492	2,05	0,122765
237	B169	Tersier	0,3	0,2	106	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,02569	2,08	0,124633
238	B170	Tersier	0,3	0,15	80	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,03435	2,20	0,098884

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
239	B171	Tersier	0,3	0,15	80	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,04138	2,41	0,108525
240	B172	Tersier	0,3	0,15	65	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,07472	3,24	0,145844
241	B173	Tersier	0,3	0,15	52	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,07723	3,29	0,148271
242	B174	Tersier	0,3	0,15	126	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,02999	2,05	0,092399
243	B175	Tersier	0,3	0,15	142	0,05	Batu Bata	0,015	0,07500	0,02814	1,99	0,089502
244	B176	Tersier	0,3	0,3	106	0,09	Batu Bata	0,015	0,10000	0,0195	2,01	0,180510
245	B177	Sekunder	0,45	0,45	138	0,20	Batu Bata	0,015	0,15000	0,02885	3,20	0,647318
246	B178	Tersier	0,45	0,3	294	0,14	Batu Bata	0,015	0,12857	0,0048	1,18	0,158772
247	B179	Tersier	0,45	0,3	301	0,14	Batu Bata	0,015	0,12857	0,00473	1,17	0,157692
248	B180	Tersier	0,25	0,2	105	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,01668	1,56	0,077857
249	B181	Tersier	0,25	0,2	105	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,0194	1,68	0,083975
250	B182	Tersier	0,25	0,15	105	0,04	Batu Bata	0,015	0,06818	0,02495	1,76	0,065909
251	B183	Tersier	0,25	0,15	105	0,04	Batu Bata	0,015	0,06818	0,02494	1,76	0,065896
252	B184	Tersier	0,25	0,2	105	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,0176	1,60	0,079985
253	B185	Tersier	0,25	0,2	105	0,05	Batu Bata	0,015	0,07692	0,01623	1,54	0,076805
254	B186	Tersier	0,4	0,3	105	0,12	Batu Bata	0,015	0,12000	0,01161	1,75	0,209709
255	B187	Tersier	0,4	0,3	105	0,12	Batu Bata	0,015	0,12000	0,01217	1,79	0,214724
256	B188	Tersier	0,4	0,25	105	0,10	Batu Bata	0,015	0,11111	0,03448	2,86	0,286093
257	B189	Tersier	0,2	0,15	105	0,03	Batu Bata	0,015	0,06000	0,03938	2,03	0,060829
258	B190	Tersier	0,3	0,2	105	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,04776	2,83	0,169943
259	B191	Tersier	0,3	0,2	105	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,04987	2,89	0,173647
260	B192	Tersier	0,45	0,25	105	0,11	Batu Bata	0,015	0,11842	0,04937	3,57	0,401870
261	B193	Tersier	0,45	0,25	105	0,11	Batu Bata	0,015	0,11842	0,04839	3,54	0,397857
262	B194	Tersier	0,3	0,2	105	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,04244	2,67	0,160192

No	Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran			A (m ²)	Jenis Bahan	n	R (m)	S	V (m/detik)	Qeks (m ³ /detik)
			Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
263	B195	Tersier	0,3	0,2	105	0,06	Batu Bata	0,015	0,08571	0,04021	2,60	0,155929
264	B196	Tersier	0,4	0,2	186	0,08	Batu Bata	0,015	0,10000	0,01891	1,98	0,158002
265	B197	Tersier	0,4	0,2	265	0,08	Batu Bata	0,015	0,10000	0,01687	1,87	0,149232
266	B198	Sekunder	0,4	0,35	164	0,14	Batu Bata	0,015	0,12727	0,00255	0,85	0,119223
267	B199	Sekunder	0,4	0,35	164	0,14	Batu Bata	0,015	0,12727	0,00493	1,18	0,165759
268	B200	Tersier	0,35	0,3	101	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,02263	2,31	0,242541
269	B201	Tersier	0,35	0,3	101	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,02038	2,19	0,230129
270	B202	Sekunder	0,5	0,35	164	0,18	Batu Bata	0,015	0,14583	0,00353	1,10	0,192059
271	B203	Sekunder	0,5	0,35	167	0,18	Batu Bata	0,015	0,14583	0,00485	1,29	0,225114
272	B204	Tersier	0,4	0,2	78	0,08	Batu Bata	0,015	0,10000	0,03979	2,87	0,229216
273	B205	Tersier	0,4	0,25	82	0,10	Batu Bata	0,015	0,11111	0,04265	3,18	0,318191
274	B206	Tersier	0,5	0,3	138	0,15	Batu Bata	0,015	0,13636	0,0111	1,86	0,279140
275	B207	Tersier	0,5	0,3	162	0,15	Batu Bata	0,015	0,13636	0,00275	0,93	0,138853
276	B208	Tersier	0,35	0,3	61	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,01775	2,05	0,214812
277	B209	Tersier	0,35	0,3	55	0,11	Batu Bata	0,015	0,11053	0,01376	1,80	0,189136
278	B210	Tersier	0,2	0,3	125	0,06	Batu Bata	0,015	0,07500	0,01862	1,62	0,097082
279	B211	Tersier	0,2	0,3	121	0,06	Batu Bata	0,015	0,07500	0,0184	1,61	0,096487
280	B212	Sekunder	0,7	0,5	58	0,35	Batu Bata	0,015	0,20588	0,02241	3,48	1,218000
281	B213	Sekunder	0,7	0,5	57	0,35	Batu Bata	0,015	0,20588	0,0206	3,34	1,167579

4.3 Evaluasi Saluran Drainase

Setelah mendapatkan nilai debit banjir rencana, debit air limbah, dan debit drainase eksisting kemudian dilakukan evaluasi dengan membandingkan debit rencana yang merupakan hasil penjumlahan antara debit banjir rencana dan debit air limbah dengan debit drainase eksisting dimana besarnya debit banjir rencana harus kurang dari besarnya debit drainase eksisting ($Q_{rencana} < Q_{eksisting}$) agar drainase tidak meluap sehingga dapat menyebabkan genangan atau banjir. Berikut adalah contoh hasil evaluasi di saluran A1.

Diketahui:

$$Q_{br} = 0,272044 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{al} = 0,000799 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{eks} = 0,051805 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Hasil evaluasi saluran A1 berdasarkan perbandingan debit ($Q_{rencana} < Q_{eksisting}$):

- 1) Menentukan debit rencana yaitu total debit saluran berdasarkan skema saluran yang dapat dilihat pada Gambar 4.1, dimana untuk saluran A1 aliran airnya hanya dari saluran itu sendiri sehingga:

$$Q_{rencana} = Q_{total} = 0,272044 + 0,0007999 = 0,272843 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- 2) Maka, perbandingan debit di saluran A1 $= 0,272843 \text{ m}^3/\text{detik} > 0,051805 \text{ m}^3/\text{detik}$ artinya saluran A1 tidak aman karena debit rencana lebih besar dibandingkan debit drainase eksisting sehingga saluran drainase tidak mampu menampung kelebihan air dan dapat menyebabkan banjir.

Hasil dari evaluasi saluran drainase di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.38. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 66 saluran drainase yang tidak aman karena memiliki nilai debit rencana yang lebih besar dibandingkan debit drainase eksisting pada lokasi penelitian. Menurut Saidah dkk. (2021), terjadinya banjir dapat disebabkan oleh gagalnya saluran drainase dalam mengalirkan kelebihan air, dimana kapasitas saluran drainase tidak memadai atau bahkan tertutup sampah. Artinya di 66 saluran drainase tersebut dengan periode ulang 2 tahun tidak mampu menampung kelebihan air sehingga dapat mengakibatkan banjir. Gambar peta saluran drainase hasil evaluasi di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Tabel 4.38 Hasil Evaluasi Saluran Drainase di Lokasi Penelitian

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	A1	0,272044	0,000799	0,272843	A1	0,272843	0,051805	Tidak Aman
2	A2	0,177322	0,000327	0,177649	A2	0,177649	7,225166	Aman
3	A3	0,284127	0,000238	0,284365	A3	0,284365	0,218576	Tidak Aman
4	A4	0,048897	0,000011	0,048908	A4+A3	0,333273	0,511085	Aman
5	A5	0,284609	0,000143	0,284752	A5+A4	0,618025	0,495755	Tidak Aman
6	A6	0,214513	0,000181	0,214693	A6	0,214693	6,973507	Aman
7	A7	0,095049	0,000182	0,095231	A7+A6	0,309924	6,044783	Aman
8	A8	0,056675	0,000119	0,056794	A8+A7	0,366719	3,256848	Aman
9	A9	0,152581	0,000097	0,152678	A9	0,152678	0,212012	Aman
10	A10	0,122411	0,000203	0,122614	A10+A9	0,275293	0,117937	Tidak Aman
11	A11	0,337350	0,001253	0,338604	A11+A1+A2+A5+A10	1,682413	11,433441	Aman
12	A12	0,438430	0,000356	0,438786	A12+A20+A21+A22+A23	0,813415	1,665825	Aman
13	A13	0,232133	0,000652	0,232785	A13+A15+A16	1,005302	0,706386	Tidak Aman
14	A14	0,106442	0,000152	0,106594	A14	0,106594	2,156606	Aman
15	A15	0,326347	0,000155	0,326502	A15	0,326502	0,265634	Tidak Aman
16	A16	0,445849	0,000167	0,446016	A16	0,446016	0,282050	Tidak Aman
17	A17	0,314836	0,000328	0,315164	A17	0,315164	0,077176	Tidak Aman
18	A18	0,004839	0,000004	0,004843	A18	0,004843	0,092299	Aman
19	A19	0,086804	0,000067	0,086871	A19	0,086871	0,102139	Aman
20	A20	0,002853	0,000001	0,002854	A20	0,002854	0,042597	Aman
21	A21	0,121320	0,000041	0,121361	A21	0,121361	0,043518	Tidak Aman
22	A22	0,012489	0,000005	0,012494	A22	0,012494	0,113636	Aman
23	A23	0,237823	0,000096	0,237919	A23	0,237919	0,112453	Tidak Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
24	A24	0,347627	0,001019	0,348646	A24	0,348646	8,624344	Aman
25	A25	0,032614	0,000254	0,032868	A25+A41+A44+A67	0,195957	0,037582	Tidak Aman
26	A26	0,176898	0,000421	0,177319	A26	0,177319	0,164767	Tidak Aman
27	A27	0,013384	0,000035	0,013420	A27	0,013420	0,112661	Aman
28	A28	0,009366	0,000013	0,009380	A28+A26	0,186699	0,119177	Tidak Aman
29	A29	0,150451	0,000930	0,151381	A29+A47+A62+A64	0,549420	0,046216	Tidak Aman
30	A30	0,024685	0,000034	0,024719	A30+A25+A27+A29	0,783516	0,366821	Tidak Aman
31	A31	0,089612	0,000059	0,089671	A31+A30	0,873187	2,610088	Aman
32	A32	0,045307	0,000031	0,045338	A32+A31	0,918525	3,522001	Aman
33	A33	0,082573	0,000099	0,082672	A33	0,082672	0,334441	Aman
34	A34	0,410235	0,000864	0,411099	A34+A32	1,329623	2,060468	Aman
35	A35	0,058037	0,000054	0,058092	A35	0,058092	0,123532	Aman
36	A36	0,041063	0,000116	0,041179	A36	0,041179	0,050863	Aman
37	A37	0,014346	0,000036	0,014382	A37	0,014382	0,064479	Aman
38	A38	0,197625	0,000278	0,197902	A38	0,197902	1,574817	Aman
39	A39	0,385099	0,000546	0,385645	A39+A38	0,583547	7,552040	Aman
40	A40	0,110032	0,000185	0,110217	A40	0,110217	0,056385	Tidak Aman
41	A41	0,010586	0,000013	0,010599	A41	0,010599	0,063842	Aman
42	A42	0,175045	0,000166	0,175210	A42	0,175210	0,224015	Aman
43	A43	0,047048	0,000062	0,047110	A43+A42	0,222320	0,197784	Tidak Aman
44	A44	0,112613	0,000142	0,112755	A44	0,112755	0,027428	Tidak Aman
45	A45	0,116641	0,000133	0,116774	A45	0,116774	0,152398	Aman
46	A46	0,301802	0,000412	0,302215	A46+A40	0,412432	0,725847	Aman
47	A47	0,136054	0,000112	0,136165	A47	0,136165	0,041308	Tidak Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
48	A48	0,268069	0,000276	0,268345	A48	0,268345	0,308754	Aman
49	A49	0,038199	0,000042	0,038241	A49	0,038241	0,299711	Aman
50	A50	0,086474	0,000064	0,086538	A50	0,086538	0,170029	Aman
51	A51	0,065543	0,000046	0,065589	A51	0,065589	0,158209	Aman
52	A52	0,118828	0,000118	0,118947	A52+A51	0,184536	0,053281	Tidak Aman
53	A53	0,065624	0,000065	0,065689	A53	0,065689	0,053059	Tidak Aman
54	A54	0,182198	0,000146	0,182344	A54+A52+A53	0,432569	0,486729	Aman
55	A55	0,432840	0,000682	0,433522	A55	0,433522	0,044695	Tidak Aman
56	A56	0,157023	0,000092	0,157115	A56	0,157115	0,278424	Aman
57	A57	0,181328	0,000500	0,181828	A57+A54+A55+56+58	1,218184	0,536994	Tidak Aman
58	A58	0,013133	0,000017	0,013151	A58	0,013151	0,059263	Aman
59	A59	0,367942	0,000211	0,368152	A59	0,368152	0,091696	Tidak Aman
60	A60	0,122251	0,000170	0,122421	A60	0,122421	0,515343	Aman
61	A61	0,045391	0,000171	0,045562	A61	0,045562	0,019444	Tidak Aman
62	A62	0,062765	0,000240	0,063004	A62+A61	0,108566	0,026775	Tidak Aman
63	A63	0,054335	0,000247	0,054582	A63	0,054582	0,036833	Tidak Aman
64	A64	0,098330	0,000395	0,098725	A64+A63	0,153307	0,024685	Tidak Aman
65	A65	0,134998	0,000271	0,135269	A65+A67	0,288577	5,498099	Aman
66	A66	0,233966	0,000790	0,234756	A66+A65	0,523333	0,049828	Tidak Aman
67	A67	0,039503	0,000232	0,039735	A67	0,039735	1,519866	Aman
68	A68	0,208267	0,000344	0,208611	A68+B29	0,315701	32,519863	Aman
69	B1	0,069120	0,000059	0,069179	B1+A50	0,155717	3,261706	Aman
70	B2	0,003164	0,000003	0,003167	B2+B1	0,158884	1,278799	Aman
71	B3	0,047494	0,000021	0,047515	B3+B4	0,165550	0,369915	Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
72	B4	0,040245	0,000026	0,040271	B4+B5	0,118035	0,095323	Tidak Aman
73	B5	0,077709	0,000055	0,077763	B5	0,077763	0,684309	Aman
74	B6	0,031180	0,000035	0,031215	B6+A68+B7+B9+B10+B12+B13+B15	0,594157	0,744750	Aman
75	B7	0,017637	0,000010	0,017647	B7	0,017647	0,572973	Aman
76	B8	0,033172	0,000014	0,033186	B8	0,033186	0,502067	Aman
77	B9	0,021548	0,000015	0,021563	B9+B8	0,054750	0,401928	Aman
78	B10	0,037059	0,000031	0,037089	B10	0,037089	0,426164	Aman
79	B11	0,024490	0,000010	0,024500	B11	0,024500	0,785604	Aman
80	B12	0,026464	0,000021	0,026485	B12+B11	0,050984	0,480652	Aman
81	B13	0,059600	0,000041	0,059641	B13	0,059641	0,516150	Aman
82	B14	0,013752	0,000005	0,013757	B14	0,013757	0,696176	Aman
83	B15	0,013365	0,000008	0,013373	B15+B14	0,027130	0,719476	Aman
84	B16	0,009909	0,000003	0,009912	B16	0,009912	11,607640	Aman
85	B17	0,178204	0,000521	0,178725	B17+A57+B2+B16	1,565704	1,542767	Tidak Aman
86	B18	0,028156	0,000061	0,028217	B18+B6	0,622374	0,070802	Tidak Aman
87	B19	0,072882	0,000091	0,072974	B19	0,072974	0,221909	Aman
88	B20	0,134237	0,000134	0,134371	B20	0,134371	0,431572	Aman
89	B21	0,054549	0,000157	0,054706	B21+B30+B31	0,113791	0,053981	Tidak Aman
90	B22	0,039769	0,000262	0,040031	B22+B25+B26+B33+B35	0,339321	0,010523	Tidak Aman
91	B23	0,018094	0,000020	0,018114	B23	0,018114	0,637577	Aman
92	B24	0,028041	0,000036	0,028077	B24	0,028077	0,529115	Aman
93	B25	0,068727	0,000052	0,068779	B25	0,068779	0,246861	Aman
94	B26	0,027475	0,000021	0,027497	B26	0,027497	0,036379	Aman
95	B27	0,017839	0,000016	0,017855	B27+B24	0,045932	0,574587	Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
96	B28	0,044314	0,000042	0,044356	B28	0,044356	0,364695	Aman
97	B29	0,043011	0,000033	0,043043	B29+B23+B27	0,107089	1,975064	Aman
98	B30	0,012101	0,000010	0,012111	B30+B28	0,056467	0,447805	Aman
99	B31	0,002616	0,000002	0,002618	B31	0,002618	0,911500	Aman
100	B32	0,044747	0,000061	0,044807	B32	0,044807	0,399959	Aman
101	B33	0,109109	0,000106	0,109215	B33+B32	0,154023	0,434376	Aman
102	B34	0,018044	0,000024	0,018068	B34	0,018068	0,490304	Aman
103	B35	0,030891	0,000032	0,030923	B35+B34	0,048991	0,471982	Aman
104	B36	0,014220	0,000009	0,014229	B36	0,014229	0,445515	Aman
105	B37	0,027152	0,000020	0,027172	B37+B36	0,041401	0,337033	Aman
106	B38	0,048370	0,000029	0,048399	B38	0,048399	0,437577	Aman
107	B39	0,058079	0,000038	0,058118	B39+B38	0,106516	0,373226	Aman
108	B40	0,069951	0,000058	0,070009	B40	0,070009	0,433759	Aman
109	B41	0,125509	0,000118	0,125627	B41	0,125627	0,349889	Aman
110	B42	0,022043	0,000011	0,022054	B42	0,022054	1,390176	Aman
111	B43	0,090106	0,000043	0,090149	B43	0,090149	1,442305	Aman
112	B44	0,041161	0,000081	0,041242	B44+B42+B43	0,153445	1,185482	Aman
113	B45	0,159411	0,000112	0,159523	B45	0,159523	0,473308	Aman
114	B46	0,041615	0,000036	0,041651	B46+B45+B49	0,380322	1,422556	Aman
115	B47	0,030899	0,000029	0,030929	B47	0,030929	0,256417	Aman
116	B48	0,090808	0,000087	0,090895	B48	0,090895	0,250475	Aman
117	B49	0,044757	0,000019	0,044777	B49+B20	0,179148	1,098139	Aman
118	B50	0,090594	0,000087	0,090681	B50+B46	0,471003	2,552458	Aman
119	B51	0,030485	0,000062	0,030547	B51	0,030547	0,176628	Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
120	B52	0,073838	0,000131	0,073970	B52	0,073970	0,390701	Aman
121	B53	0,058638	0,000104	0,058743	B53	0,058743	0,320878	Aman
122	B54	0,014763	0,000012	0,014775	B54	0,014775	0,905324	Aman
123	B55	0,019362	0,000016	0,019379	B55+B56+B57	0,153067	0,569481	Aman
124	B56	0,044779	0,000053	0,044832	B56	0,044832	0,145223	Aman
125	B57	0,088816	0,000041	0,088857	B57	0,088857	0,998990	Aman
126	B58	0,013415	0,000006	0,013421	B58	0,013421	1,133936	Aman
127	B59	0,063284	0,000042	0,063326	B59	0,063326	0,599199	Aman
128	B60	0,026229	0,000018	0,026247	B60+B58	0,039668	1,004813	Aman
129	B61	0,157883	0,000145	0,158027	B61	0,158027	0,382750	Aman
130	B62	0,027514	0,000026	0,027540	B62	0,027540	1,400101	Aman
131	B63	0,171052	0,000591	0,171642	B63+B21+B22+B51+B52+B53	0,788013	0,693340	Tidak Aman
132	B64	0,144648	0,000513	0,145161	B64+A34+A66	0,315805	0,011507	Tidak Aman
133	B65	0,071666	0,000232	0,071898	B65+B44+B64+B75+B77+B78+B111+B113	1,610619	18,852007	Aman
134	B66	0,152277	0,000299	0,152577	B66	0,152577	0,553143	Aman
135	B67	0,022437	0,000025	0,022462	B67	0,022462	0,269224	Aman
136	B68	0,072654	0,000055	0,072709	B68+B67	0,095170	0,381008	Aman
137	B69	0,090576	0,000110	0,090686	B69	0,090686	0,209859	Aman
138	B70	0,030179	0,000021	0,030200	B70+B69+B71+B72	0,184834	0,395464	Aman
139	B71	0,023696	0,000017	0,023713	B71	0,023713	0,348477	Aman
140	B72	0,040204	0,000031	0,040234	B72	0,040234	0,361517	Aman
141	B73	0,065084	0,000040	0,065124	B73	0,065124	0,480060	Aman
142	B74	0,082509	0,000052	0,082561	B74	0,082561	0,501160	Aman
143	B75	0,029710	0,000040	0,029750	B75+B68+B70+B73+B74	0,457440	0,935061	Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
144	B76	0,040112	0,000047	0,040158	B76	0,040158	1,735956	Aman
145	B77	0,020250	0,000026	0,020276	B77+B76	0,060435	1,227510	Aman
146	B78	0,109483	0,000086	0,109568	B78+B66	0,262145	1,711223	Aman
147	B79	0,076173	0,000041	0,076215	B79	0,076215	0,246566	Aman
148	B80	0,055814	0,000029	0,055842	B80	0,055842	0,474921	Aman
149	B81	0,033624	0,000032	0,033655	B81	0,033655	0,069690	Aman
150	B82	0,025513	0,000021	0,025534	B82	0,025534	0,086809	Aman
151	B83	0,024186	0,000029	0,024214	B83+B81+B82	0,083403	0,514687	Aman
152	B84	0,103167	0,000142	0,103309	B84+B88+B89+B90+B91+B92+B93+B94	0,272359	0,517015	Aman
153	B85	0,011098	0,000010	0,011107	B85	0,011107	0,143207	Aman
154	B86	0,024633	0,000023	0,024655	B86	0,024655	0,132631	Aman
155	B87	0,006049	0,000012	0,006061	B87	0,006061	0,082599	Aman
156	B88	0,024077	0,000045	0,024122	B88	0,024122	0,127125	Aman
157	B89	0,011954	0,000011	0,011965	B89	0,011965	0,110861	Aman
158	B90	0,035734	0,000033	0,035767	B90	0,035767	0,107250	Aman
159	B91	0,015610	0,000026	0,015635	B91	0,015635	0,037019	Aman
160	B92	0,011158	0,000017	0,011175	B92	0,011175	0,033460	Aman
161	B93	0,056725	0,000052	0,056776	B93	0,056776	0,177635	Aman
162	B94	0,013597	0,000011	0,013608	B94	0,013608	0,041305	Aman
163	B95	0,113604	0,000132	0,113736	B95	0,113736	0,689951	Aman
164	B96	0,069278	0,000080	0,069358	B96+B103+B104+B105+B106	0,252356	0,501735	Aman
165	B97	0,029300	0,000043	0,029343	B97	0,029343	0,827973	Aman
166	B98	0,115616	0,000167	0,115784	B98	0,115784	1,162087	Aman
167	B99	0,083626	0,000129	0,083755	B99	0,083755	0,031760	Tidak Aman

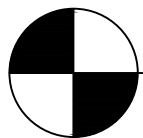
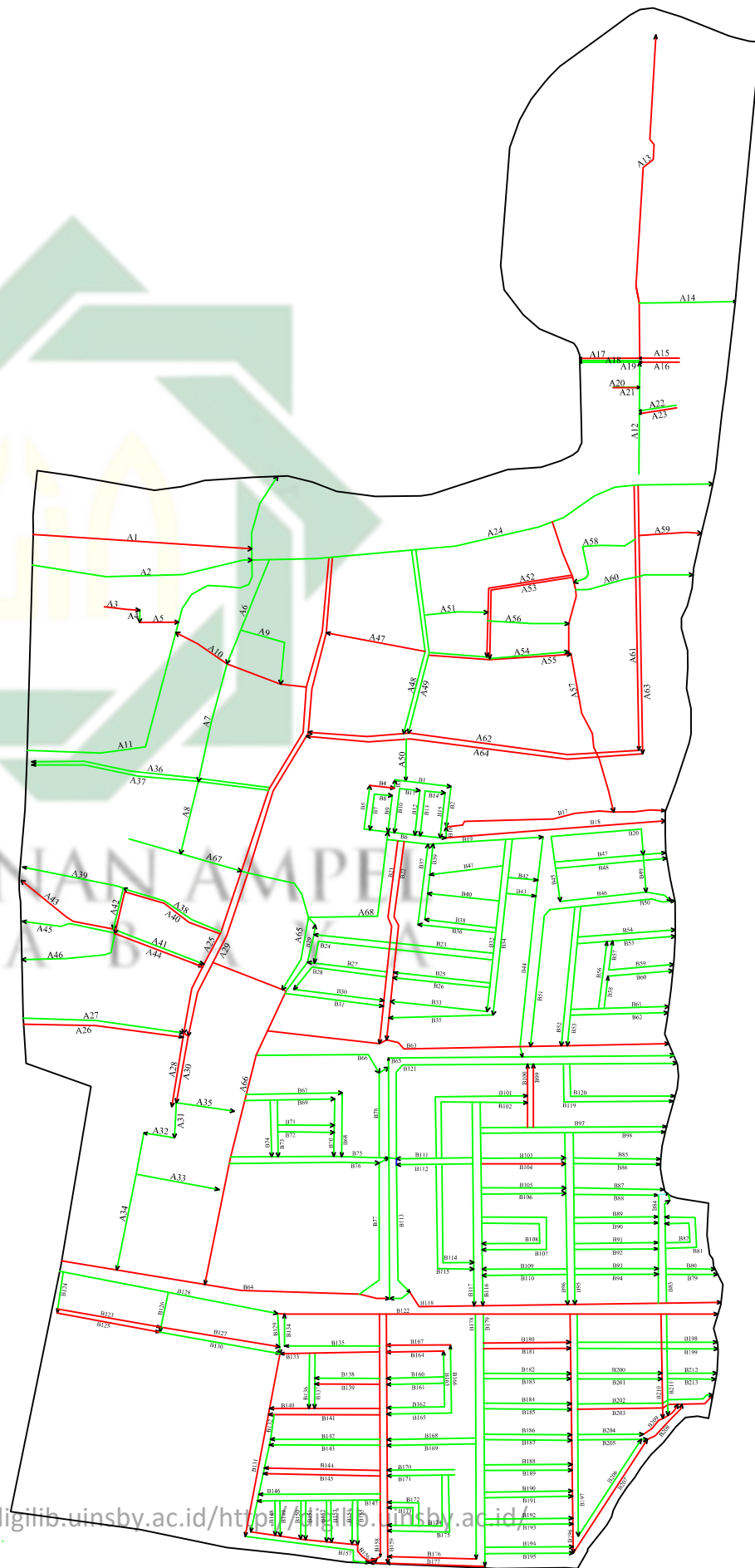
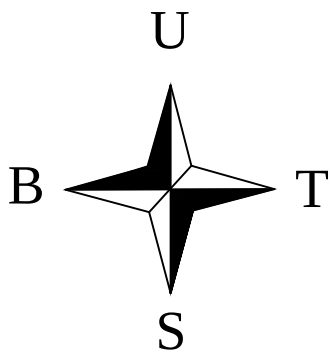
No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
168	B100	0,076723	0,000093	0,076816	B100+B101+B102	0,202770	0,186370	Tidak Aman
169	B101	0,073497	0,000115	0,073611	B101	0,073611	0,075939	Aman
170	B102	0,052262	0,000081	0,052343	B102	0,052343	0,206075	Aman
171	B103	0,016336	0,000021	0,016357	B103	0,016357	0,045448	Aman
172	B104	0,058954	0,000094	0,059048	B104	0,059048	0,037127	Tidak Aman
173	B105	0,024909	0,000020	0,024929	B105	0,024929	0,272395	Aman
174	B106	0,082598	0,000066	0,082664	B106	0,082664	0,152773	Aman
175	B107	0,020996	0,000035	0,021031	B107	0,021031	0,068235	Aman
176	B108	0,022469	0,000036	0,022505	B108	0,022505	0,064084	Aman
177	B109	0,049947	0,000053	0,049999	B109	0,049999	0,051850	Aman
178	B110	0,016455	0,000015	0,016470	B110	0,016470	0,067447	Aman
179	B111	0,028362	0,000020	0,028382	B111	0,028382	0,713352	Aman
180	B112	0,156256	0,000115	0,156371	B112	0,156371	0,608313	Aman
181	B113	0,104513	0,000185	0,104698	B113+B112	0,261068	0,620288	Aman
182	B114	0,079210	0,000074	0,079284	B114	0,079284	0,215679	Aman
183	B115	0,026595	0,000027	0,026621	B115	0,026621	0,202468	Aman
184	B116	0,053931	0,000075	0,054006	B116+B107+B108+B109+B110	0,164012	1,232323	Aman
185	B117	0,079183	0,000109	0,079292	B117+B114+B115	0,185197	1,768205	Aman
186	B118	0,149650	0,000293	0,149943	B118+B95+B96+B116+B117	0,865243	0,796465	Tidak Aman
187	B119	0,081549	0,000099	0,081647	B119	0,081647	0,305773	Aman
188	B120	0,092067	0,000105	0,092172	B120	0,092172	0,317233	Aman
189	B121	0,123324	0,000288	0,123612	B121+B99+B100	0,410137	0,964562	Aman
190	B122	0,048131	0,000295	0,048426	B122+B128+B134	0,413362	0,092982	Tidak Aman
191	B123	0,142375	0,000120	0,142495	B123	0,142495	0,013727	Tidak Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
192	B124	0,026184	0,000009	0,026192	B124	0,026192	0,381998	Aman
193	B125	0,167904	0,000192	0,168096	B125+B124	0,194288	0,092886	Tidak Aman
194	B126	0,112056	0,000038	0,112094	B126	0,112094	1,670921	Aman
195	B127	0,049539	0,000032	0,049572	B127+B123	0,192066	0,025663	Tidak Aman
196	B128	0,222810	0,000253	0,223063	B128	0,223063	0,406257	Aman
197	B129	0,075481	0,000027	0,075509	B129+B127	0,267575	0,613874	Aman
198	B130	0,737046	0,000552	0,737598	B130+B125+B126	1,043980	2,255992	Aman
199	B131	0,355948	0,000339	0,356287	B131+B129+B130+B133+B140+B141	2,046447	1,929892	Tidak Aman
200	B132	0,050856	0,000052	0,050908	B132+B142+B143+B144+B145+B146+B147	0,387696	0,489065	Aman
201	B133	0,069143	0,000075	0,069218	B133	0,069218	0,057675	Tidak Aman
202	B134	0,025497	0,000009	0,025506	B134+B135	0,141873	0,203577	Aman
203	B135	0,116247	0,000121	0,116367	B135	0,116367	0,181258	Aman
204	B136	0,119997	0,000056	0,120054	B136	0,120054	0,349511	Aman
205	B137	0,059590	0,000029	0,059619	B137+B138+B139	0,127556	0,330064	Aman
206	B138	0,013216	0,000016	0,013232	B138	0,013232	0,036965	Aman
207	B139	0,054631	0,000073	0,054704	B139	0,054704	0,031951	Tidak Aman
208	B140	0,029882	0,000031	0,029913	B140+B136+B137	0,277523	0,021194	Tidak Aman
209	B141	0,031828	0,000035	0,031863	B141	0,031863	0,019024	Tidak Aman
210	B142	0,027014	0,000031	0,027044	B142	0,027044	0,029364	Aman
211	B143	0,022890	0,000029	0,022918	B143	0,022918	0,024698	Aman
212	B144	0,084642	0,000127	0,084769	B144	0,084769	0,010772	Tidak Aman
213	B145	0,021328	0,000029	0,021357	B145	0,021357	0,013130	Tidak Aman
214	B146	0,091681	0,000106	0,091787	B146	0,091787	0,216640	Aman
215	B147	0,088813	0,000099	0,088912	B147	0,088912	0,237254	Aman

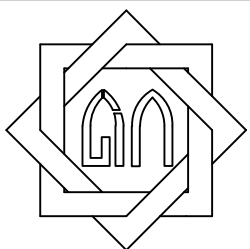
No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
216	B148	0,021233	0,000014	0,021247	B148	0,021247	0,186687	Aman
217	B149	0,007526	0,000004	0,007530	B149	0,007530	0,306252	Aman
218	B150	0,077448	0,000035	0,077483	B150	0,077483	0,427493	Aman
219	B151	0,018593	0,000008	0,018601	B151	0,018601	0,450694	Aman
220	B152	0,039921	0,000020	0,039940	B152	0,039940	0,382696	Aman
221	B153	0,006459	0,000004	0,006464	B153	0,006464	0,207418	Aman
222	B154	0,015496	0,000010	0,015506	B154	0,015506	0,227351	Aman
223	B155	0,069511	0,000053	0,069563	B155	0,069563	0,181296	Aman
224	B156	0,037776	0,000043	0,037819	B156+B132+B148+B149+...+B155	0,681849	0,250816	Tidak Aman
225	B157	0,043527	0,000049	0,043576	B157+B131	2,090023	3,922114	Aman
226	B158	0,051566	0,000178	0,051745	B158+B156	0,733594	0,130515	Tidak Aman
227	B159	0,160212	0,000336	0,160548	B159+B160+B161+...+B176	1,041572	0,340481	Tidak Aman
228	B160	0,016731	0,000008	0,016738	B160	0,016738	0,262288	Aman
229	B161	0,065662	0,000031	0,065693	B161	0,065693	0,252329	Aman
230	B162	0,017702	0,000008	0,017710	B162	0,017710	0,574223	Aman
231	B163	0,012233	0,000009	0,012242	B163	0,012242	0,230793	Aman
232	B164	0,065016	0,000034	0,065050	B164+B163	0,077292	0,071801	Tidak Aman
233	B165	0,045439	0,000023	0,045461	B165	0,045461	0,546591	Aman
234	B166	0,013623	0,000010	0,013633	B166	0,013633	0,246727	Aman
235	B167	0,076644	0,000042	0,076686	B167+B166	0,090319	0,069374	Tidak Aman
236	B168	0,049090	0,000039	0,049129	B168	0,049129	0,122765	Aman
237	B169	0,014220	0,000011	0,014231	B169	0,014231	0,124633	Aman
238	B170	0,072151	0,000046	0,072197	B170	0,072197	0,098884	Aman
239	B171	0,027338	0,000016	0,027355	B171	0,027355	0,108525	Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
240	B172	0,123006	0,000057	0,123063	B172	0,123063	0,145844	Aman
241	B173	0,019749	0,000008	0,019758	B173	0,019758	0,148271	Aman
242	B174	0,013535	0,000011	0,013546	B174	0,013546	0,092399	Aman
243	B175	0,018027	0,000016	0,018043	B175	0,018043	0,089502	Aman
244	B176	0,080073	0,000067	0,080140	B176+B178	0,204613	0,180510	Tidak Aman
245	B177	0,017665	0,000015	0,017681	B177+B158+B159+B179	1,837306	0,647318	Tidak Aman
246	B178	0,124220	0,000253	0,124473	B178	0,124473	0,158772	Aman
247	B179	0,044368	0,000092	0,044459	B179	0,044459	0,157692	Aman
248	B180	0,130316	0,000114	0,130430	B180	0,130430	0,077857	Tidak Aman
249	B181	0,146281	0,000123	0,146404	B181	0,146404	0,083975	Tidak Aman
250	B182	0,026111	0,000021	0,026131	B182	0,026131	0,065909	Aman
251	B183	0,062375	0,000049	0,062424	B183	0,062424	0,065896	Aman
252	B184	0,012263	0,000011	0,012274	B184	0,012274	0,079985	Aman
253	B185	0,058397	0,000051	0,058448	B185	0,058448	0,076805	Aman
254	B186	0,010808	0,000010	0,010818	B186	0,010818	0,209709	Aman
255	B187	0,010951	0,000010	0,010961	B187	0,010961	0,214724	Aman
256	B188	0,070451	0,000051	0,070502	B188	0,070502	0,286093	Aman
257	B189	0,014902	0,000010	0,014912	B189	0,014912	0,060829	Aman
258	B190	0,066203	0,000044	0,066247	B190	0,066247	0,169943	Aman
259	B191	0,016571	0,000011	0,016582	B191	0,016582	0,173647	Aman
260	B192	0,065080	0,000043	0,065123	B192	0,065123	0,401870	Aman
261	B193	0,016039	0,000011	0,016050	B193	0,016050	0,397857	Aman
262	B194	0,085643	0,000059	0,085702	B194	0,085702	0,160192	Aman
263	B195	0,088227	0,000061	0,088289	B195	0,088289	0,155929	Aman

No	Saluran	Qbr (m ³ /det)	Qal (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Skema Saluran Drainase	Qrencana (m ³ /det)	Qeksisting (m ³ /det)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
264	B196	0,308250	0,000349	0,308599	B196+B180+B181+...+B194	1,101610	0,158002	Tidak Aman
265	B197	0,083215	0,000117	0,083331	B197	0,083331	0,149232	Aman
266	B198	0,034638	0,000062	0,034700	B198	0,034700	0,119223	Aman
267	B199	0,012903	0,000019	0,012923	B199	0,012923	0,165759	Aman
268	B200	0,134787	0,000107	0,134894	B200	0,134894	0,242541	Aman
269	B201	0,076444	0,000062	0,076506	B201	0,076506	0,230129	Aman
270	B202	0,049484	0,000081	0,049565	B202	0,049565	0,192059	Aman
271	B203	0,013911	0,000021	0,013932	B203+B208+B209	1,847700	0,225114	Tidak Aman
272	B204	0,063909	0,000038	0,063947	B204	0,063947	0,229216	Aman
273	B205	0,025154	0,000015	0,025169	B205+B206	0,234406	0,318191	Aman
274	B206	0,125766	0,000140	0,125906	B206+B197	0,209237	0,279140	Aman
275	B207	0,016181	0,000028	0,016209	B207+B195+B196	1,206108	0,138853	Tidak Aman
276	B208	0,083103	0,000054	0,083157	B208+B205+B207	1,523672	0,214812	Tidak Aman
277	B209	0,018935	0,000012	0,018948	B209+B204+B210+B211	0,310097	0,189136	Tidak Aman
278	B210	0,014509	0,000013	0,014522	B210+B200+B201	0,225922	0,097082	Tidak Aman
279	B211	0,001280	0,000001	0,001281	B211	0,001281	0,096487	Aman
280	B212	0,046946	0,000028	0,046974	B212	0,046974	1,218000	Aman
281	B213	0,008790	0,000005	0,008795	B213	0,008795	1,167579	Aman



Gambar 4.9 Hasil Evaluasi Saluran Drainase
Skala 1:7500



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Judul Gambar

**HASIL EVALUASI
SALURAN DRAINASE**

Keterangan
— Batas Wilayah Desa
— Saluran Aman
— Saluran Tidak Aman

Skala

1:7500

Sumber

Google Earth, 2023

Dibuat Oleh

Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo
NIM. H75219034

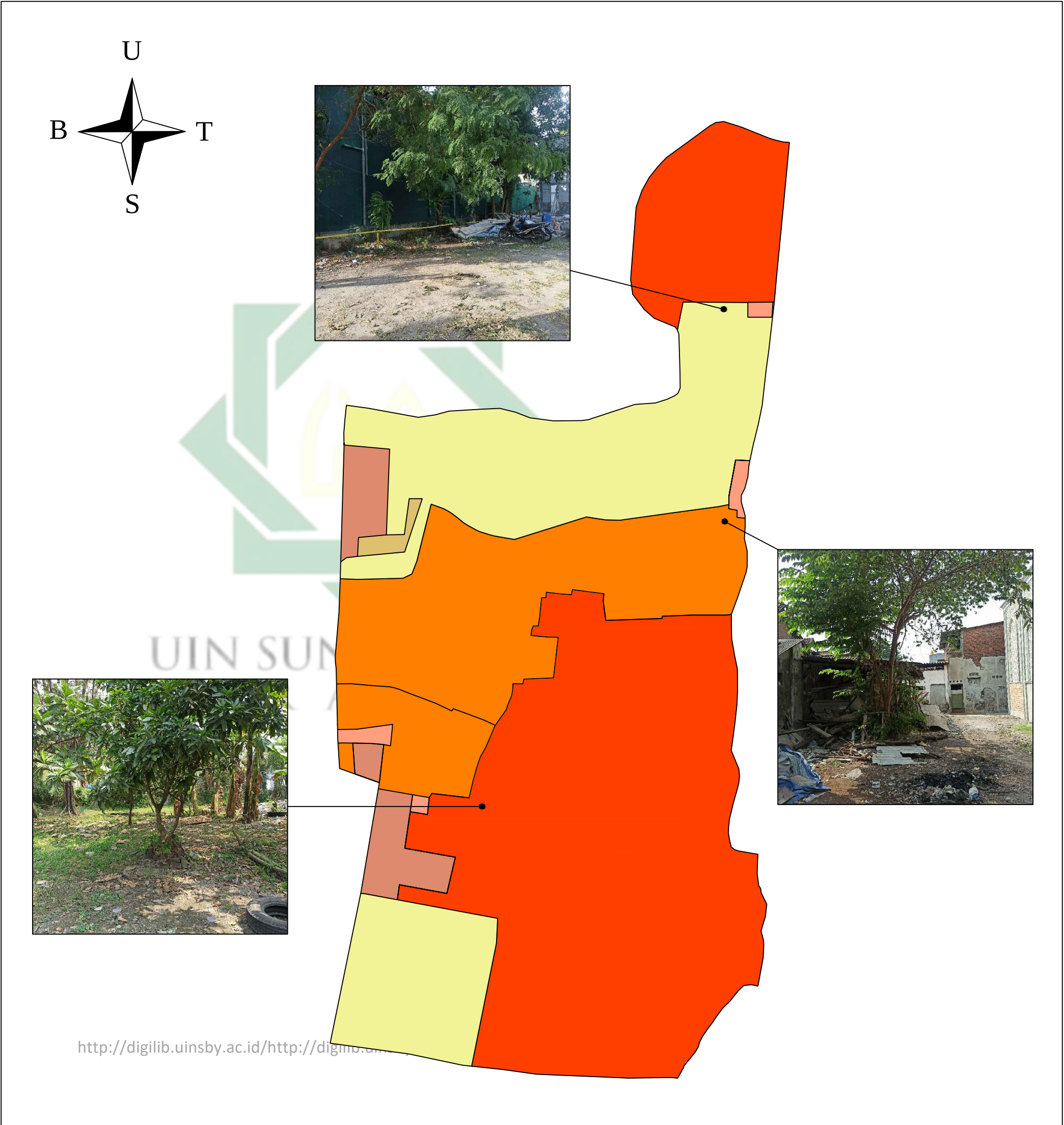
Dosen Pembimbing

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
Rr. Diah Nugraheni S., M.T.

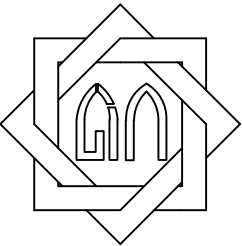
4.4 Penerapan Lubang Resapan Biopori

Berdasarkan hasil evaluasi saluran drainase yang telah dilakukan, saluran yang memiliki hasil “Tidak Aman” akan diberikan alternatif berupa lubang resapan biopori (LRB) untuk membantu dalam mengurangi kelebihan air yang tidak mampu ditampung oleh saluran drainase eksisting. Lubang resapan biopori (LRB) merupakan salah satu metode dalam *ecodrainage* yang digunakan untuk membantu penyerapan air ke dalam tanah dan mengatasi permasalahan akibat dari genangan dengan memanfaatkan hewan tanah dan akar tanaman (Haribowo & Suhardjono, 2022). Namun, sebelum menentukan jumlah lubang resapan biopori yang dibutuhkan di suatu daerah perlu dilakukan uji infiltrasi tanah terlebih dahulu untuk mengetahui laju infiltrasi tanah pada daerah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan 2 kali pengukuran laju infiltrasi tanah yaitu sebelum ada lubang resapan biopori (LRB) dan setelah diberi lubang resapan biopori (LRB) agar dapat diketahui perbedaan laju infiltrasinya. Lubang resapan biopori (LRB) dibuat berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan dengan umur LRB ketika dilakukan pengukuran laju infiltrasi tanah yaitu 7 hari. Hal tersebut dilakukan karena berdasarkan Negara dkk. (2021) proses pengomposan dalam LRB dapat terjadi lebih cepat dari kondisi biasa karena LRB menciptakan kondisi pengomposan secara alami dengan bantuan dari mikroorganisme dan cuaca.

Pengukuran laju infiltrasi tanah dilakukan dengan menggunakan alat infiltrometer cincin ganda (*double ring infiltrometer*) dengan cara pengukuran yang mengacu pada SNI 7752-2012 tentang tata cara pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda. Penentuan titik pengukuran laju infiltrasi ditentukan berdasarkan tata guna lahan yang paling dominan dan ketersediaan lahan di lokasi penelitian. Hal tersebut berdasarkan Salsabila & Nugraheni (2020) yang menyatakan bahwa infiltrasi yang terjadi di suatu tempat dapat memiliki nilai yang berbeda dengan tempat dan waktu yang lain sesuai dengan tipe penggunaann lahannya. Lokasi setiap titik pengukuran laju infiltrasi tanah dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Lokasi Uji Laju Infiltrasi Tanah
Skala 1:7500

 PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN AMPEL SURABAYA	Judul Gambar	Keterangan	Skala	Dibuat Oleh
	LOKASI UJI LAJU INFILTRASI TANAH	Batas Wilayah Desa Industri Permukiman Daerah Tidak Terawat Lapangan Bermain Kuburan Kompleks Perumahan Titik Uji	1:7500	Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo NIM. H75219034
			Sumber Google Earth, 2023	Dosen Pembimbing Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T. Rr. Diah Nugraheni S., M.T.

Hasil pengukuran laju infiltrasi tanah pada penelitian ini berdasarkan penurunan muka air yang terjadi di dalam cincin bagian dalam, karena hasil penurunan muka air pada bagian tersebut cenderung lebih sedikit dan tidak terjadi penyerapan air ke arah samping (terlindungi oleh ring bagian luar). Hasil pengukuran di lapangan tersebut kemudian dihitung menggunakan metode horton karena perhitungan laju infiltrasi dengan metode ini memerlukan data infiltrasi tanah pada lokasi penelitian dalam interval waktu yang cukup singkat hingga mendapatkan laju infiltrasi yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020). Berikut ini merupakan besarnya laju infiltrasi tanah pada setiap titik pengukuran:

1. Laju Infiltrasi Tanah di Titik 1 (Daerah Industri)

a. Tanpa Lubang Resapan Biopori (LRB)

Berikut adalah contoh hasil pengukuran laju infiltrasi tanah pada menit ke-1.

Diketahui:

$\Delta t = 1$ menit

$\Delta h = 0,5$ cm

Menghitung laju infiltrasi tanah menit ke-1:

$$f = \frac{0,5}{1} \times 60 = 30 \text{ cm/jam}$$

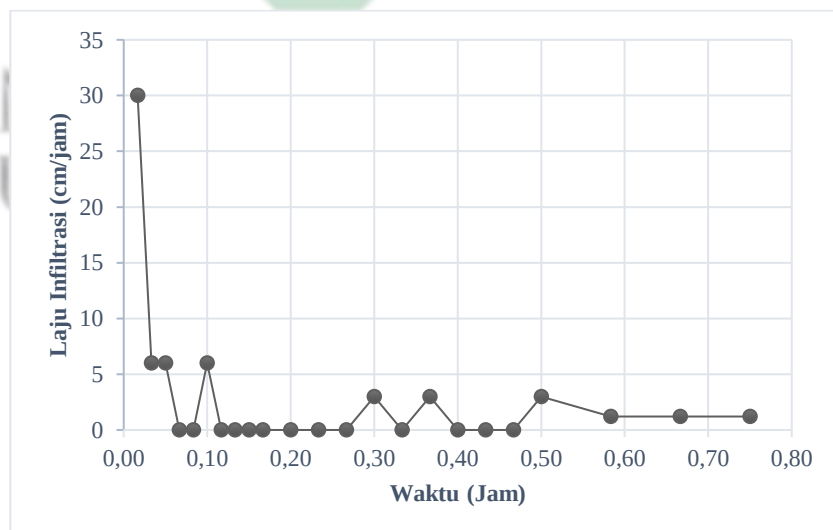
Hasil pengukuran laju infiltrasi tanah di titik 1 tanpa LRB dapat dilihat pada Tabel 4.39 berikut ini:

Tabel 4.39 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 1

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	0
1	1	0,5	30
2	1	0,1	6
3	1	0,1	6
4	1	0	0
5	1	0	0
6	1	0,1	6
7	1	0	0
8	1	0	0
9	1	0	0

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
10	1	0	0
12	2	0	0
14	2	0	0
16	2	0	0
18	2	0,1	3
20	2	0	0
22	2	0,1	3
24	2	0	0
26	2	0	0
28	2	0	0
30	2	0,1	3
35	5	0,1	1,2
40	5	0,1	1,2
45	5	0,1	1,2

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan hingga mendapatkan nilai yang relatif konstan pada ring dalam, artinya laju air yang meresap ke dalam tanah stabil selama periode waktu tertentu. Pada titik ini nilai tersebut didapatkan pada menit ke-35 dengan nilai penurunan tinggi yaitu sebesar 0,1 cm dan laju infiltrasi sebesar 1,2 cm/jam. Grafik nilai laju infiltrasi hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut ini:



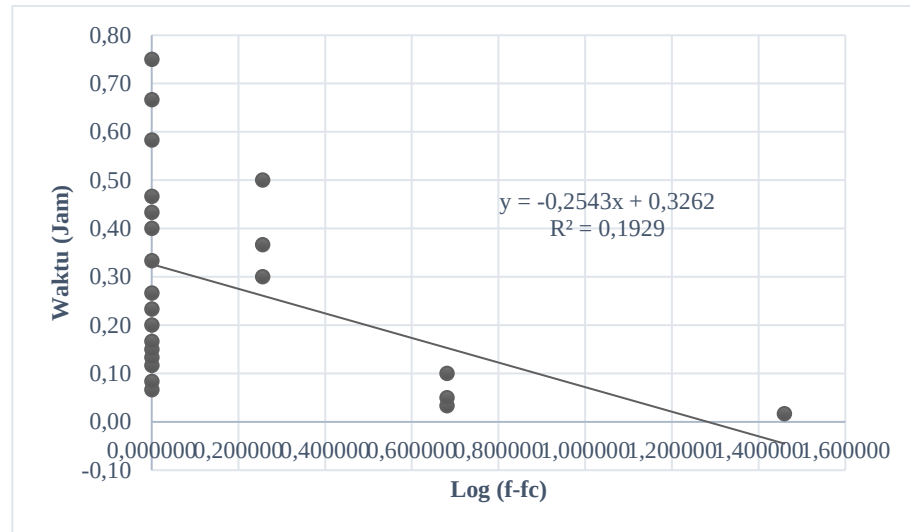
Gambar 4.11 Grafik Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 1

Hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan kemudian dianalisis dengan metode horton. Perhitungan laju infiltrasi di titik 1 menggunakan Persamaan 2.3 dengan langkah awal yaitu menentukan parameter dengan $f_c=1,2$ cm/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.40 berikut:

Tabel 4.40 Parameter Untuk Menentukan Nilai k

t (jam)	f (cm/jam)	f – f_c	Log (f – f_c)
0,02	30	28,8	1,459392
0,03	6	4,8	0,681241
0,05	6	4,8	0,681241
0,07	0	-1,2	0
0,08	0	-1,2	0
0,10	6	4,8	0,681241
0,12	0	-1,2	0
0,13	0	-1,2	0
0,15	0	-1,2	0
0,17	0	-1,2	0
0,20	0	-1,2	0
0,23	0	-1,2	0
0,27	0	-1,2	0
0,30	3	1,8	0,255273
0,33	0	-1,2	0
0,37	3	1,8	0,255273
0,40	0	-1,2	0
0,43	0	-1,2	0
0,47	0	-1,2	0
0,50	3	1,8	0,255273
0,58	1,2	0	0
0,67	1,2	0	0
0,75	1,2	0	0

Dari Tabel 4.40 di atas kemudian dibentuk grafik linear untuk mendapatkan nilai gradien (m) yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut ini:



Gambar 4.12 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log (f-f_c) di Titik 1 Tanpa LRB

Setelah membuat grafik seperti pada Gambar 4.12 di atas, maka akan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\rightarrow \text{Gradien (m)} = -0,2543$$

$$\rightarrow k = \frac{-1}{(-0,2543 \times \text{LOG}(2,718))} = 9,06$$

$$\rightarrow \text{Log}(f_0 - f_c) = \frac{C}{-m} = \frac{0,3262}{-(-0,2543)} = 1,28; \text{ sehingga } (f_0 - f_c) = 10^{1,28} = 19,18 \text{ dan } f_0 = 20,38$$

Nilai-nilai yang telah didapatkan tersebut kemudian disubsitusikan ke dalam Persamaan 2.3 sehingga didapatkan nilai laju infiltrasi di titik 1 tanpa LRB untuk metode horton yang dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f(t) = 1,2 + 19,18 \times e^{-9,06.t}$$

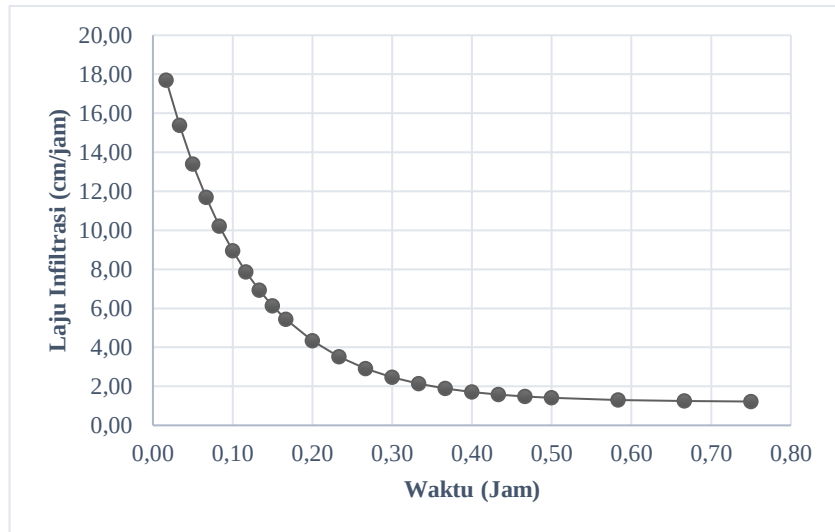
Hasil perhitungan laju infiltrasi tanah di titik 1 tanpa LRB dengan metode horton dapat dilihat pada Tabel 4.41 berikut ini:

Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 1

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	20,38
1	1	0,5	17,69

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
2	1	0,1	15,38
3	1	0,1	13,39
4	1	0	11,68
5	1	0	10,22
6	1	0,1	8,95
7	1	0	7,87
8	1	0	6,93
9	1	0	6,13
10	1	0	5,44
12	2	0	4,33
14	2	0	3,52
16	2	0	2,91
18	2	0,1	2,47
20	2	0	2,14
22	2	0,1	1,89
24	2	0	1,71
26	2	0	1,58
28	2	0	1,48
30	2	0,1	1,41
35	5	0,1	1,30
40	5	0,1	1,25
45	5	0,1	1,22

Grafik nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dengan metode horton dapat dilihat pada Gambar 4.13. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu nilai laju infiltrasi akan semakin berkurang hal tersebut sesuai dengan pernyataan Horton yang menyatakan bahwa seiring dengan pertambahan waktu kapasitas infiltrasi ikut berkurang hingga mendekati nilai yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020).



Gambar 4.13 Grafik Laju Infiltrasi Horton Tanpa LRB di Titik 1

b. Dengan Lubang Resapan Biopori (LRB)

Berikut adalah contoh hasil pengukuran laju infiltrasi tanah pada menit ke-1.

Diketahui:

$\Delta t = 1$ menit

$\Delta h = 9,9$ cm

Menghitung laju infiltrasi tanah menit ke-1:

$$f = \frac{9,9}{1} \times 60 = 594 \text{ cm/jam}$$

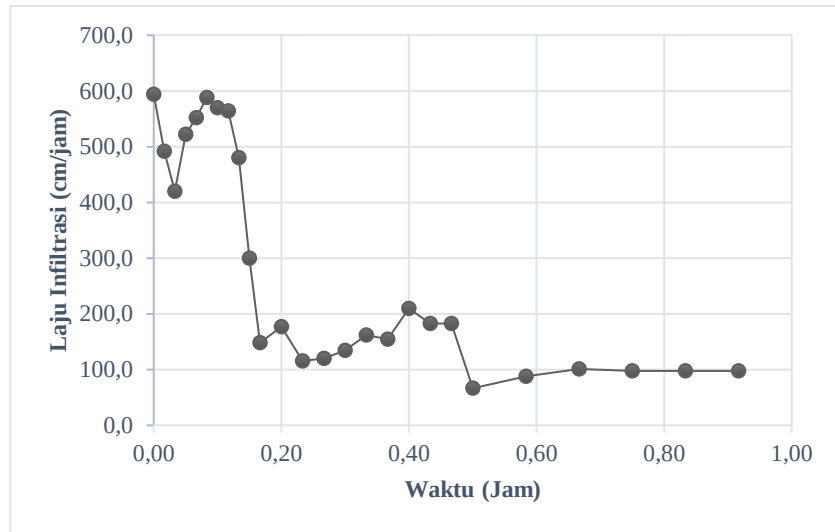
Hasil pengukuran laju infiltrasi tanah di titik 1 dengan LRB dapat dilihat pada Tabel 4.42 berikut ini:

Tabel 4.42 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 1

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	0
1	1	9,9	594
2	1	8,2	492
3	1	7,0	420
4	1	8,7	522
5	1	9,2	552
6	1	9,8	588
7	1	9,5	570

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
8	1	9,4	564
9	1	8,0	480
10	1	5,0	300
12	2	4,9	148
14	2	5,9	177
16	2	3,9	115,5
18	2	4,0	120,2
20	2	4,5	134,4
22	2	5,4	162
24	2	5,2	154,5
26	2	7,0	210
28	2	6,1	183
30	2	6,1	183
35	5	5,6	66,6
40	5	7,4	88,2
45	5	8,5	101,4
50	5	8,1	97,5
55	5	8,1	97,5
60	5	8,1	97,5

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan hingga mendapatkan nilai yang relatif konstan pada ring dalam, artinya laju air yang meresap ke dalam tanah stabil selama periode waktu tertentu. Pada titik ini mulai dari menit ke-50 laju infiltrasi sudah mulai konstan dengan nilai penurunan tinggi yaitu sebesar 8,1 cm dan laju infiltrasi sebesar 97,5 cm/jam. Grafik nilai laju infiltrasi hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.14. Hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan kemudian dianalisis dengan metode horton. Perhitungan laju infiltrasi di titik 1 menggunakan Persamaan 2.3 dengan langkah awal yaitu menentukan parameter dengan $f_c=97,5$ cm/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.43.



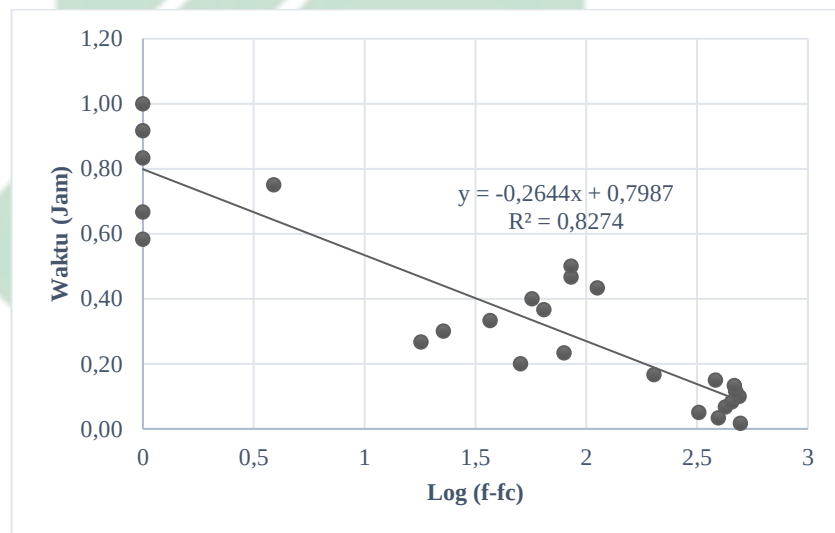
Gambar 4.14 Grafik Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 1

Tabel 4.43 Parameter Untuk Menentukan Nilai k

t (jam)	f (cm/jam)	f – fc	Log (f – fc)
0,02	594	496,5	2,695919
0,03	492	394,5	2,596047
0,05	420	322,5	2,50853
0,07	522	424,5	2,627878
0,08	552	454,5	2,657534
0,10	588	490,5	2,690639
0,12	570	472,5	2,674402
0,13	564	466,5	2,668852
0,15	480	382,5	2,582631
0,17	300	202,5	2,306425
0,20	148	50,5	1,703291
0,23	177	79,5	1,900367
0,27	115,5	18	1,255273
0,30	120,2	22,7	1,35627
0,33	134,4	36,9	1,566833
0,37	162	64,5	1,80956
0,40	154,5	57	1,755875
0,43	210	112,5	2,051153
0,47	183	85,5	1,931966
0,50	183	85,5	1,931966
0,58	66,6	-30,9	0

t (jam)	f (cm/jam)	f – f _c	Log (f – f _c)
0,67	88,2	-9,3	0
0,75	101,4	3,9	0,591065
0,83	97,5	0	0
0,92	97,5	0	0
1,00	97,5	0	0

Dari Tabel 4.43 di atas kemudian dibentuk grafik linear untuk mendapatkan nilai gradien (m) yang dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut ini:



Gambar 4.15 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log (f-f_c) di Titik 1 Dengan LRB

Setelah membuat grafik seperti pada Gambar 4.15 di atas, maka akan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\rightarrow \text{Gradien (m)} = -0,2644$$

$$\rightarrow k = \frac{-1}{(-0,2644 \times \text{LOG}(2,718))} = 8,71$$

$$\rightarrow \text{Log}(f_0 - f_c) = \frac{C}{-m} = \frac{0,7987}{-(-0,2644)} = 3,02; \text{ sehingga } (f_0 - f_c) = 10^{3,02} = 1049,06 \text{ dan } f_0 = 1146,56$$

Nilai-nilai yang telah didapatkan tersebut kemudian disubsitusikan ke dalam Persamaan 2.3 sehingga didapatkan nilai laju infiltrasi di titik 1

dengan LRB untuk metode horton yang dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

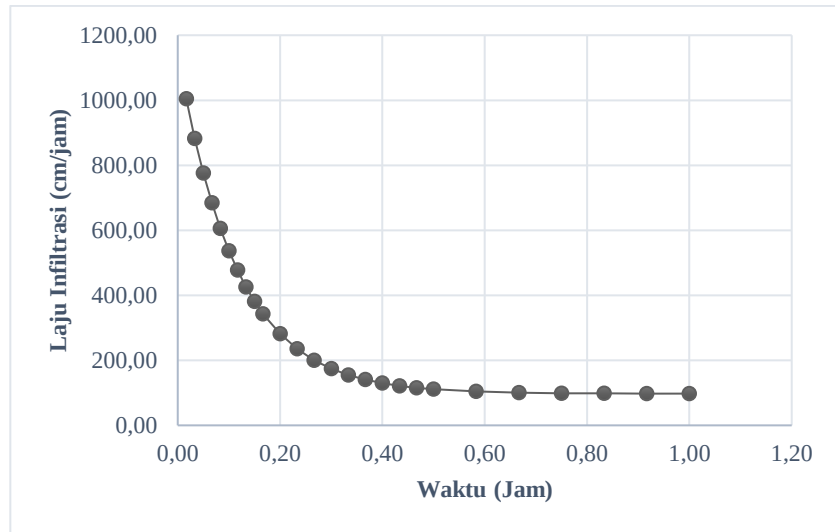
$$f(t) = 97,5 + 1049,06 \times e^{-8,71.t}$$

Hasil perhitungan laju infiltrasi tanah di titik 1 dengan LRB dengan metode horton dapat dilihat pada Tabel 4.44 berikut ini:

Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 1

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	1146,56
1	1	9,9	1004,82
2	1	8,2	882,24
3	1	7,0	776,21
4	1	8,7	684,51
5	1	9,2	605,20
6	1	9,8	536,61
7	1	9,5	477,28
8	1	9,4	425,97
9	1	8,0	381,59
10	1	5,0	343,21
12	2	4,9	281,30
14	2	5,9	234,99
16	2	3,9	200,35
18	2	4,0	174,43
20	2	4,5	155,05
22	2	5,4	140,55
24	2	5,2	129,70
26	2	7,0	121,59
28	2	6,1	115,52
30	2	6,1	110,98
35	5	5,6	104,02
40	5	7,4	100,66
45	5	8,5	99,03
50	5	8,1	98,24
55	5	8,1	97,86
60	5	8,1	97,67

Grafik nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dengan metode horton dapat dilihat pada Gambar 4.16 berikut ini:



Gambar 4.16 Grafik Laju Infiltrasi Horton Dengan LRB di Titik 1

Dari Gambar 4.16 dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu nilai laju infiltrasi akan semakin berkurang hal tersebut sesuai dengan pernyataan Horton yang menyatakan bahwa seiring dengan pertambahan waktu kapasitas infiltrasi ikut berkurang hingga mendekati nilai yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020).

2. Laju Infiltrasi Tanah di Titik 2 (Daerah Permukiman)

a. Tanpa Lubang Resapan Biopori (LRB)

Berikut adalah contoh hasil pengukuran laju infiltrasi tanah pada menit ke-1.

Diketahui:

$\Delta t = 1$ menit

$\Delta h = 0,3$ cm

Menghitung laju infiltrasi tanah menit ke-1:

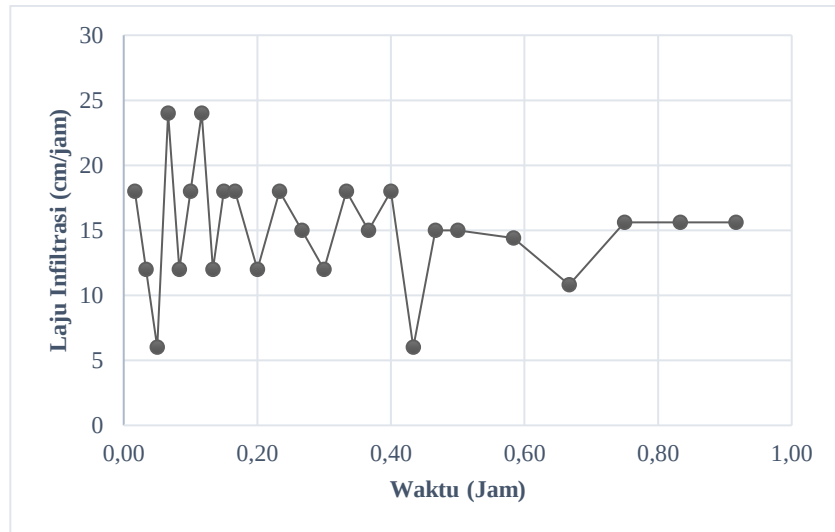
$$f = \frac{0,3}{1} \times 60 = 18 \text{ cm/jam}$$

Hasil pengukuran laju infiltrasi tanah di titik 2 tanpa LRB dapat dilihat pada Tabel 4.45 berikut ini:

Tabel 4.45 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(5)
0	0	15	0
1	1	0,3	18
2	1	0,2	12
3	1	0,1	6
4	1	0,4	24
5	1	0,2	12
6	1	0,3	18
7	1	0,4	24
8	1	0,2	12
9	1	0,3	18
10	1	0,3	18
12	2	0,4	12
14	2	0,6	18
16	2	0,5	15
18	2	0,4	12
20	2	0,6	18
22	2	0,5	15
24	2	0,6	18
26	2	0,2	6
28	2	0,5	15
30	2	0,5	15
35	5	1,2	14,4
40	5	0,9	10,8
45	5	1,3	15,6
50	5	1,3	15,6
55	5	1,3	15,6

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan hingga mendapatkan nilai yang relatif konstan pada ring dalam, artinya laju air yang meresap ke dalam tanah stabil selama periode waktu tertentu. Pada titik ini nilai tersebut didapatkan pada menit ke-45 dengan nilai penurunan tinggi yaitu sebesar 1,3 cm dan laju infiltrasi sebesar 15,6 cm/jam. Grafik nilai laju infiltrasi hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.17. Hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan kemudian dianalisis dengan metode horton. Perhitungan laju infiltrasi di titik 2 menggunakan Persamaan 2.3 dengan langkah awal yaitu menentukan parameter dengan $f_c=15,6$ cm/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.46.



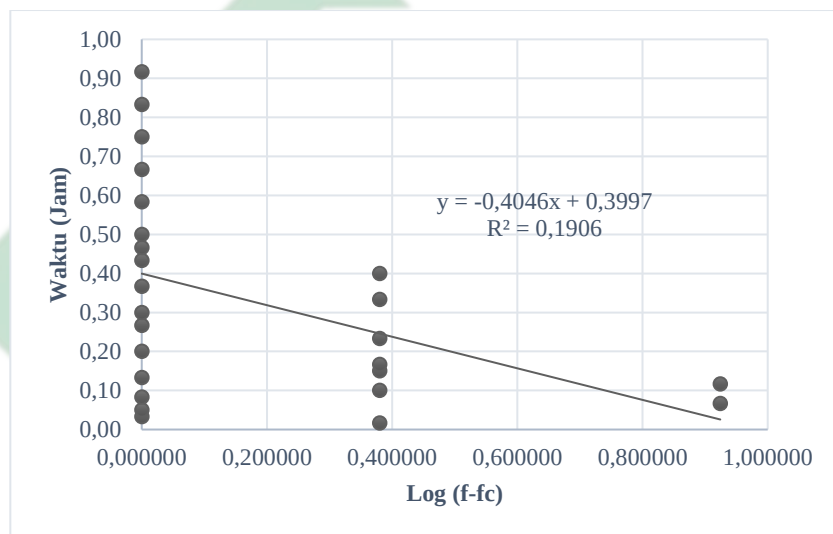
Gambar 4.17 Grafik Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2

Tabel 4.46 Parameter Untuk Menentukan Nilai k

t (jam)	f (cm/jam)	f – fc	Log (f – fc)
0,02	18	2,4	0,380211
0,03	12	-3,6	0
0,05	6	-9,6	0
0,07	24	8,4	0,924279
0,08	12	-3,6	0
0,10	18	2,4	0,380211
0,12	24	8,4	0,924279
0,13	12	-3,6	0
0,15	18	2,4	0,380211
0,17	18	2,4	0,380211
0,20	12	-3,6	0
0,23	18	2,4	0,380211
0,27	15	-0,6	0
0,30	12	-3,6	0
0,33	18	2,4	0,380211
0,37	15	-0,6	0
0,40	18	2,4	0,380211
0,43	6	-9,6	0
0,47	15	-0,6	0
0,50	15	-0,6	0
0,58	14,4	-1,2	0

t (jam)	f (cm/jam)	f – f _c	Log (f – f _c)
0,67	10,8	-4,8	0
0,75	15,6	0	0
0,83	15,6	0	0
0,92	15,6	0	0

Dari Tabel 4.46 di atas kemudian dibentuk grafik linear untuk mendapatkan nilai gradien (m) yang dapat dilihat pada Gambar 4.18 berikut ini:



Gambar 4.18 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log (f-f_c) di Titik 2 Tanpa LRB

Setelah membuat grafik seperti pada Gambar 4.18 di atas, maka akan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\rightarrow \text{Gradien (m)} = -0,4046$$

$$\rightarrow k = \frac{-1}{(-0,4046 \times \text{LOG}(2,718))} = 5,69$$

$$\rightarrow \text{Log}(f_0 - f_c) = \frac{C}{-m} = \frac{0,3997}{-(-0,4046)} = 0,99; \text{ sehingga } (f_0 - f_c) = 10^{0,99} = 9,72 \text{ dan } f_0 = 25,32$$

Nilai-nilai yang telah didapatkan tersebut kemudian disubsitusikan ke dalam Persamaan 2.3 sehingga didapatkan nilai laju infiltrasi di titik 2

tanpa LRB untuk metode horton yang dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

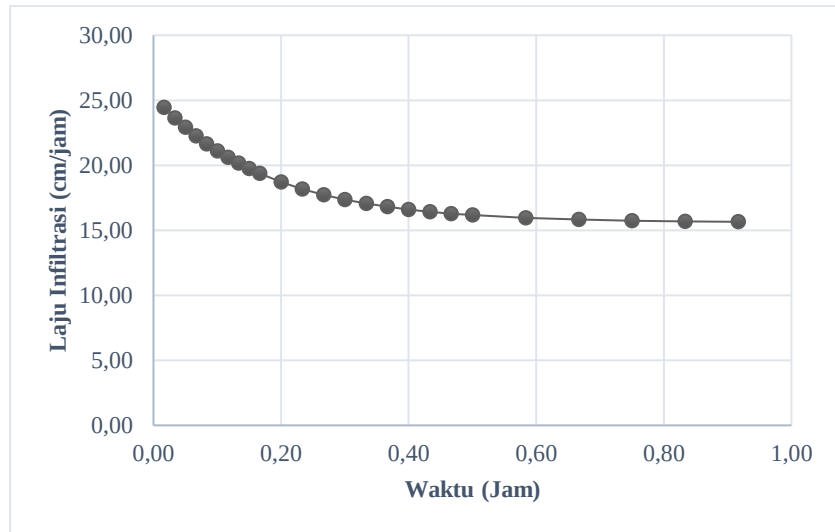
$$f(t) = 15,6 + 9,72 \times e^{-5,69.t}$$

Hasil perhitungan laju infiltrasi tanah di titik 2 tanpa LRB dengan metode horton dapat dilihat pada Tabel 4.47 berikut ini:

Tabel 4.47 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	25,32
1	1	0,3	24,44
2	1	0,2	23,64
3	1	0,1	22,92
4	1	0,4	22,25
5	1	0,2	21,65
6	1	0,3	21,10
7	1	0,4	20,61
8	1	0,2	20,15
9	1	0,3	19,74
10	1	0,3	19,37
12	2	0,4	18,72
14	2	0,6	18,18
16	2	0,5	17,73
18	2	0,4	17,36
20	2	0,6	17,06
22	2	0,5	16,81
24	2	0,6	16,60
26	2	0,2	16,43
28	2	0,5	16,28
30	2	0,5	16,17
35	5	1,2	15,95
40	5	0,9	15,82
45	5	1,3	15,74
50	5	1,3	15,68
55	5	1,3	15,65

Grafik nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dengan metode horton dapat dilihat pada Gambar 4.19 berikut ini:



Gambar 4.19 Grafik Laju Infiltrasi Horton Tanpa LRB di Titik 2

Dari Gambar 4.19 dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu nilai laju infiltrasi akan semakin berkurang hal tersebut sesuai dengan pernyataan Horton yang menyatakan bahwa seiring dengan pertambahan waktu kapasitas infiltrasi ikut berkurang hingga mendekati nilai yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020).

b. Dengan Lubang Resapan Biopori (LRB)

Berikut adalah contoh hasil pengukuran laju infiltrasi tanah pada menit ke-1.

Diketahui:

$\Delta t = 1$ menit

$\Delta h = 11,9$ cm

Menghitung laju infiltrasi tanah menit ke-1:

$$f = \frac{11,9}{1} \times 60 = 715 \text{ cm/jam}$$

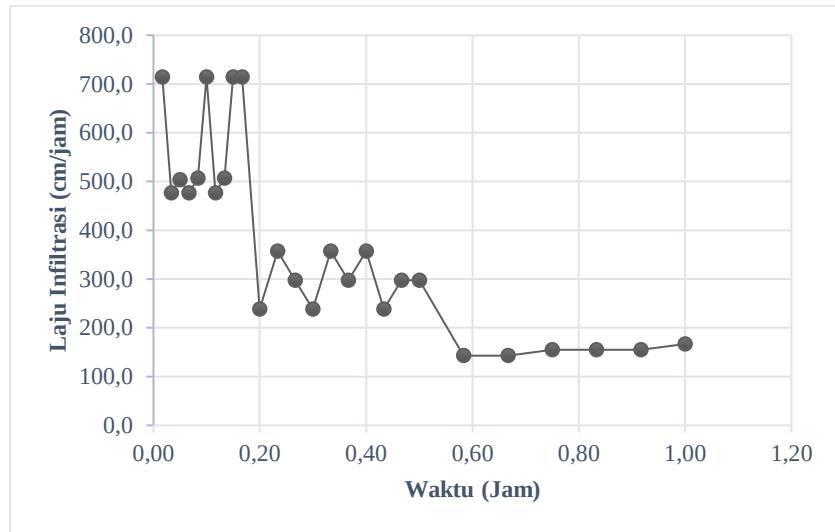
Hasil pengukuran laju infiltrasi tanah di titik 2 dengan LRB dapat dilihat pada Tabel 4.48 berikut ini:

Tabel 4.48 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 2

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(5)
0	0	15	0

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(5)
1	1	11,9	714,6
2	1	7,9	476,4
3	1	8,4	503,2
4	1	7,9	476,4
5	1	8,4	506,8
6	1	11,9	714,6
7	1	7,9	476,4
8	1	8,4	506,8
9	1	11,9	714,6
10	1	11,9	714,6
12	2	7,9	238,2
14	2	11,9	357,3
16	2	9,9	297,7
18	2	7,9	238,2
20	2	11,9	357,3
22	2	9,9	297,7
24	2	11,9	357,3
26	2	7,9	238,2
28	2	9,9	297,7
30	2	9,9	297,7
35	5	11,9	142,9
40	5	11,9	142,9
45	5	12,9	154,8
50	5	12,9	154,8
55	5	12,9	154,8
60	5	13,9	166,7

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan hingga mendapatkan nilai yang relatif konstan pada ring dalam, artinya laju air yang meresap ke dalam tanah stabil selama periode waktu tertentu. Pada titik ini mulai dari menit ke-28 laju infiltrasi sudah mulai konstan dengan nilai penurunan tinggi yaitu sebesar 9,9 cm dan laju infiltrasi sebesar 297,7 cm/jam. Grafik nilai laju infiltrasi hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.20. Hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan kemudian dianalisis dengan metode horton. Perhitungan laju infiltrasi di titik 2 menggunakan Persamaan 2.3 dengan langkah awal yaitu menentukan parameter dengan $f_c=297,7$ cm/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.49.



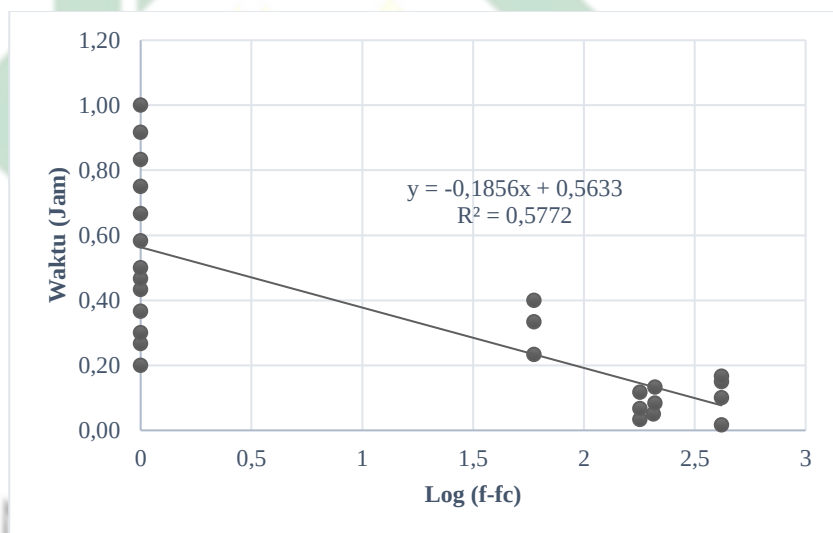
Gambar 4.20 Grafik Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 2

Tabel 4.49 Parameter Untuk Menentukan Nilai k

t (jam)	f (cm/jam)	f – fc	Log (f – fc)
0,02	714,6	416,9	2,61998
0,03	476,4	178,6	2,252003
0,05	503,2	205,5	2,31279
0,07	476,4	178,7	2,252003
0,08	506,8	209,1	2,320268
0,10	714,6	416,9	2,61998
0,12	476,4	178,7	2,252003
0,13	506,8	209,1	2,320268
0,15	714,6	416,9	2,61998
0,17	714,6	416,8	2,61998
0,20	238,2	-59,5	0
0,23	357,3	59,5	1,774882
0,27	297,7	0,0	0
0,30	238,2	-59,5	0
0,33	357,3	59,5	1,774882
0,37	297,7	0,0	0
0,40	357,3	59,6	1,774882
0,43	238,2	-59,6	0
0,47	297,7	0,0	0

t (jam)	f (cm/jam)	f – f _c	Log (f – f _c)
0,50	297,7	0,0	0
0,58	142,9	-154,8	0
0,67	142,9	-154,8	0
0,75	154,8	-142,9	0
0,83	154,8	-142,9	0
0,92	154,8	-142,9	0
1,00	166,7	-131,0	0

Dari Tabel 4.49 di atas kemudian dibentuk grafik linear untuk mendapatkan nilai gradien (m) yang dapat dilihat pada Gambar 4.21 berikut ini:



Gambar 4.21 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log (f-f_c) di Titik 2 Dengan LRB

Setelah membuat grafik seperti pada Gambar 4.21 di atas, maka akan didapatkan nilai sebagai berikut:

→ Gradien (m) = - 0,1856

→ $k = \frac{-1}{(-0,1856 \times \text{LOG}(2,718))} = 12,41$

→ $\text{Log}(f_0 - f_c) = \frac{c}{-m} = \frac{0,5633}{-(-0,1856)} = 3,04$; sehingga $(f_0 - f_c) = 10^{3,04} =$

1083,98 dan $f_0 = 1281,68$

Nilai-nilai yang telah didapatkan tersebut kemudian disubsitusikan ke dalam Persamaan 2.3 sehingga didapatkan nilai laju infiltrasi di titik 2 dengan LRB untuk metode horton yang dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

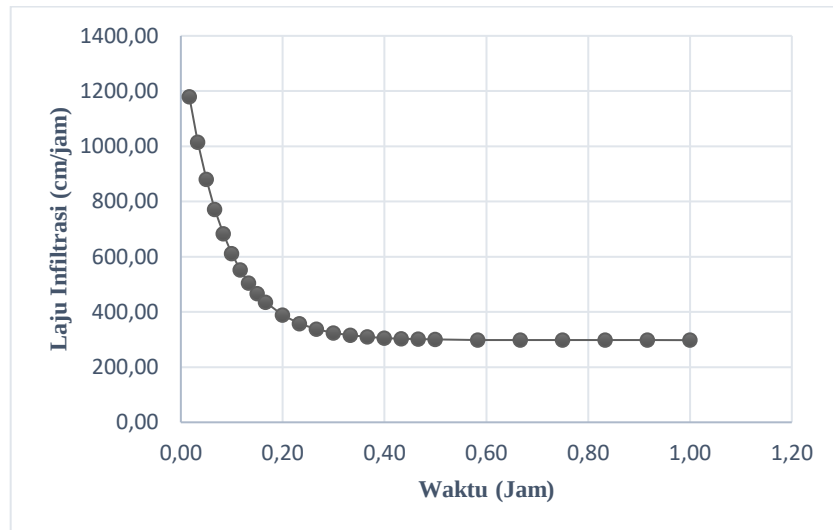
$$f(t) = 297,7 + 1083,98 \times e^{-12,41.t}$$

Hasil perhitungan laju infiltrasi tanah di titik 2 dengan LRB dengan metode horton dapat dilihat pada Tabel 4.50 berikut ini:

Tabel 4.50 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 2

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	1281,68
1	1	11,9	1179,16
2	1	7,9	1014,48
3	1	8,4	880,57
4	1	7,9	771,67
5	1	8,4	683,12
6	1	11,9	611,11
7	1	7,9	552,56
8	1	8,4	504,94
9	1	11,9	466,23
10	1	11,9	434,74
12	2	7,9	388,32
14	2	11,9	357,62
16	2	9,9	337,32
18	2	7,9	323,90
20	2	11,9	315,03
22	2	9,9	309,16
24	2	11,9	305,28
26	2	7,9	302,71
28	2	9,9	301,01
30	2	9,9	299,89
35	5	11,9	298,48
40	5	11,9	297,98
45	5	12,9	297,80
50	5	12,9	297,74
55	5	12,9	297,71
60	5	13,9	297,70

Grafik nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dengan metode horton dapat dilihat pada Gambar 4.22 berikut ini:



Gambar 4 22 Grafik Laju Infiltrasi Horton Dengan LRB di Titik 2

Dari Gambar 4.22 dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu nilai laju infiltrasi akan semakin berkurang hal tersebut sesuai dengan pernyataan Horton yang menyatakan bahwa seiring dengan pertambahan waktu kapasitas infiltrasi ikut berkurang hingga mendekati nilai yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020).

3. Laju Infiltrasi Tanah di Titik 3 (Daerah Kompleks Perumahan)

a. Tanpa Lubang Resapan Biopori (LRB)

Berikut adalah contoh hasil pengukuran laju infiltrasi tanah pada menit ke-1.

Diketahui:

$\Delta t = 1$ menit

$\Delta h = 1$ cm

Menghitung laju infiltrasi tanah menit ke-1:

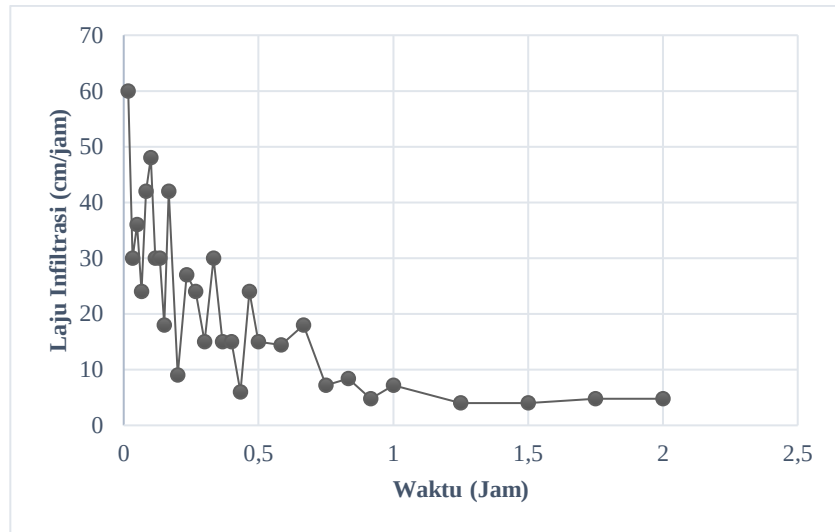
$$f = \frac{1}{1} \times 60 = 60 \text{ cm/jam}$$

Hasil dari pengukuran laju infiltrasi tanah di titik 3 tanpa LRB dapat dilihat pada Tabel 4.51 berikut ini:

Tabel 4.51 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 3

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	0
1	1	1	60
2	1	0,5	30
3	1	0,6	36
4	1	0,4	24
5	1	0,7	42
6	1	0,8	48
7	1	0,5	30
8	1	0,5	30
9	1	0,3	18
10	1	0,7	42
12	2	0,3	9
14	2	0,9	27
16	2	0,8	24
18	2	0,5	15
20	2	1	30
22	2	0,5	15
24	2	0,5	15
26	2	0,2	6
28	2	0,8	24
30	2	0,5	15
35	5	1,2	14,4
40	5	1,5	18
45	5	0,6	7,2
50	5	0,7	8,4
55	5	0,4	4,8
60	5	0,6	7,2
75	15	1	4
90	15	1	4
105	15	1,2	4,8
120	15	1,2	4,8

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan hingga mendapatkan nilai yang relatif konstan pada ring dalam, artinya laju air yang meresap ke dalam tanah stabil selama periode waktu tertentu. Pada titik ini nilai tersebut didapatkan pada menit ke-75 dengan nilai penurunan tinggi yaitu sebesar 1 cm dan laju infiltrasi sebesar 4 cm/jam. Grafik nilai laju infiltrasi hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.23 berikut ini:



Gambar 4.23 Grafik Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 3

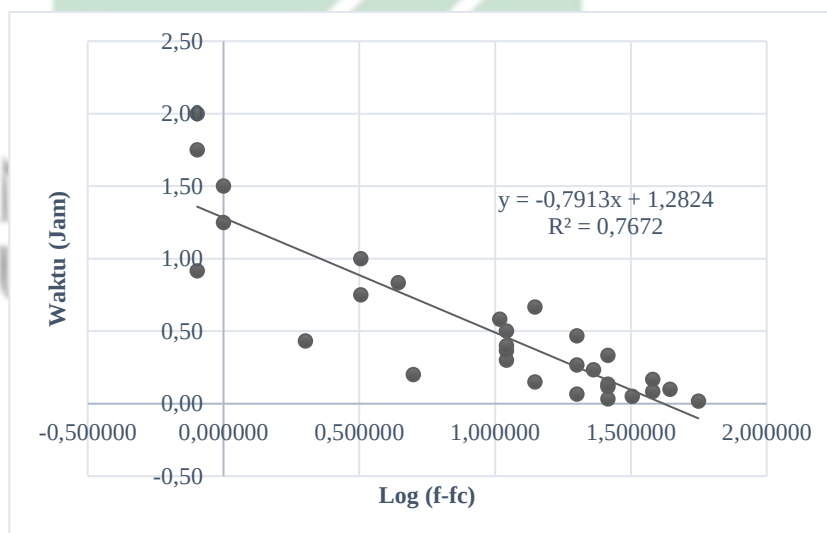
Hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan kemudian dianalisis dengan metode horton. Perhitungan laju infiltrasi di titik 3 menggunakan Persamaan 2.3 dengan langkah awal yaitu menentukan parameter dengan $f_c=4$ cm/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.52 berikut:

Tabel 4.52 Parameter Untuk Menentukan Nilai k

t (jam)	f (cm/jam)	f – f_c	Log (f – f_c)
0,02	60	56	1,748188
0,03	30	26	1,414973
0,05	36	32	1,505150
0,07	24	20	1,301030
0,08	42	38	1,579784
0,10	48	44	1,643453
0,12	30	26	1,414973
0,13	30	26	1,414973
0,15	18	14	1,146128
0,17	42	38	1,579784
0,20	9	5	0,698970
0,23	27	23	1,361728
0,27	24	20	1,301030
0,30	15	11	1,041393
0,33	30	26	1,414973

t (jam)	f (cm/jam)	f – f _c	Log (f – f _c)
0,37	15	11	1,041393
0,40	15	11	1,041393
0,43	6	2	0,301030
0,47	24	20	1,301030
0,50	15	11	1,041393
0,58	14,4	10,4	1,017033
0,67	18	14	1,146128
0,75	7,2	3,2	0,505150
0,83	8,4	4,4	0,643453
0,92	4,8	0,8	-0,096910
1,00	7,2	3,2	0,505150
1,25	4	0	0
1,50	4	0	0
1,75	4,8	0,8	-0,096910
2,00	4,8	0,8	-0,096910

Dari Tabel 4.52 di atas kemudian dibentuk grafik linear untuk mendapatkan nilai gradien (m) yang dapat dilihat pada Gambar 4.24 berikut ini:



Gambar 4.24 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log (f-f_c) di Titik 3 Tanpa LRB

Setelah membuat grafik seperti pada Gambar 4.24 di atas, maka akan didapatkan nilai sebagai berikut:

→ Gradien (m) = - 0,7913

$$\rightarrow k = \frac{-1}{(-0,7913 \times \text{LOG}(2,718))} = 2,91$$

$$\rightarrow \text{Log}(f_0 - f_c) = \frac{C}{-m} = \frac{1,2824}{-(-0,7913)} = 1,62; \text{ sehingga } (f_0 - f_c) = 10^{1,62} = 41,75 \text{ dan } f_0 = 45,75$$

Nilai-nilai yang telah didapatkan tersebut kemudian disubsitusikan ke dalam Persamaan 2.3 sehingga didapatkan nilai laju infiltrasi di titik 3 tanpa LRB untuk metode horton yang dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f(t) = 4 + 41,75 \times e^{-2,91 \cdot t}$$

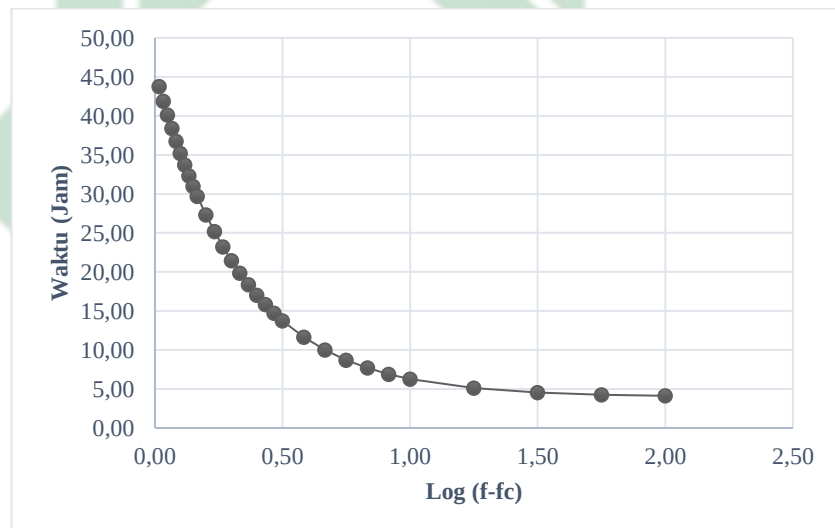
Hasil perhitungan laju infiltrasi tanah di titik 3 tanpa LRB dengan metode horton dapat dilihat pada Tabel 4.53 berikut ini:

Tabel 4.53 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Tanpa LRB di Titik 2

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	45,75
1	1	1	43,77
2	1	0,5	41,89
3	1	0,6	40,10
4	1	0,4	38,39
5	1	0,7	36,76
6	1	0,8	35,21
7	1	0,5	33,73
8	1	0,5	32,32
9	1	0,3	30,98
10	1	0,7	29,71
12	2	0,3	27,33
14	2	0,9	25,17
16	2	0,8	23,22
18	2	0,5	21,44
20	2	1	19,83
22	2	0,5	18,37
24	2	0,5	17,04
26	2	0,2	15,83
28	2	0,8	14,74
30	2	0,5	13,75
35	5	1,2	11,65
40	5	1,5	10,00

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
45	5	0,6	8,71
50	5	0,7	7,69
55	5	0,4	6,90
60	5	0,6	6,28
75	15	1	5,10
90	15	1	4,53
105	15	1,2	4,26
120	15	1,2	4,12

Grafik nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dengan metode horton dapat dilihat pada Gambar 4.25 berikut ini:



Gambar 4.25 Grafik Laju Infiltrasi Horton Tanpa LRB di Titik 3

Dari Gambar 4.25 dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu nilai laju infiltrasi akan semakin berkurang hal tersebut sesuai dengan pernyataan Horton yang menyatakan bahwa seiring dengan pertambahan waktu kapasitas infiltrasi ikut berkurang hingga mendekati nilai yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020).

b. Dengan Lubang Resapan Biopori (LRB)

Berikut adalah contoh hasil pengukuran laju infiltrasi tanah pada menit ke-1.

Diketahui:

$\Delta t = 1$ menit

$\Delta h = 10,1$ cm

Menghitung laju infiltrasi tanah menit ke-1:

$$f = \frac{10,1}{1} \times 60 = 604,6 \text{ cm/jam}$$

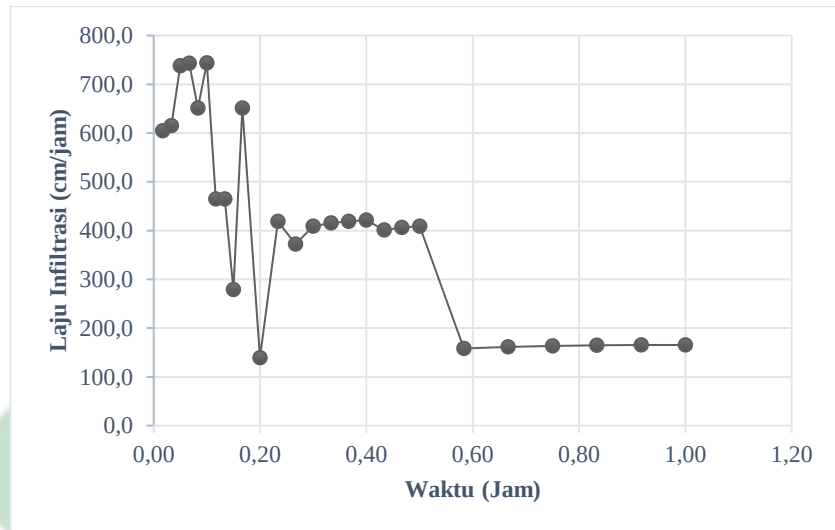
Hasil dari pengukuran laju infiltrasi tanah di titik 3 dengan LRB dapat dilihat pada Tabel 4.54 berikut ini:

Tabel 4.54 Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 3

Menit ke- (1)	Δt (2)	Δh (cm) (3)	f (cm/jam) (5)
0	0	15	0
1	1	10,1	604,6
2	1	10,3	615,1
3	1	12,3	738,1
4	1	12,4	743,1
5	1	10,9	651
6	1	12,4	744
7	1	7,8	465
8	1	7,8	465
9	1	4,7	279
10	1	10,9	651
12	2	4,7	139,5
14	2	14	418,5
16	2	12,4	372
18	2	13,6	409,2
20	2	13,8	415,5
22	2	14	418,6
24	2	14,1	421,8
26	2	13,4	401,1
28	2	13,5	406,1
30	2	13,6	409,2
35	5	13,2	157,9
40	5	13,5	161,7
45	5	13,6	163,2
50	5	13,7	164,9
55	5	13,8	165,6
60	5	13,8	165,6

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan hingga mendapatkan nilai yang relatif konstan pada ring dalam, artinya laju air yang meresap ke dalam

tanah stabil selama periode waktu tertentu. Pada titik ini mulai dari menit ke-55 laju infiltrasi sudah mulai konstan dengan nilai penurunan tinggi yaitu sebesar 13,8 cm dan laju infiltrasi sebesar 165,6 cm/jam. Grafik nilai laju infiltrasi hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.26 berikut ini:



Gambar 4.26 Grafik Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 3

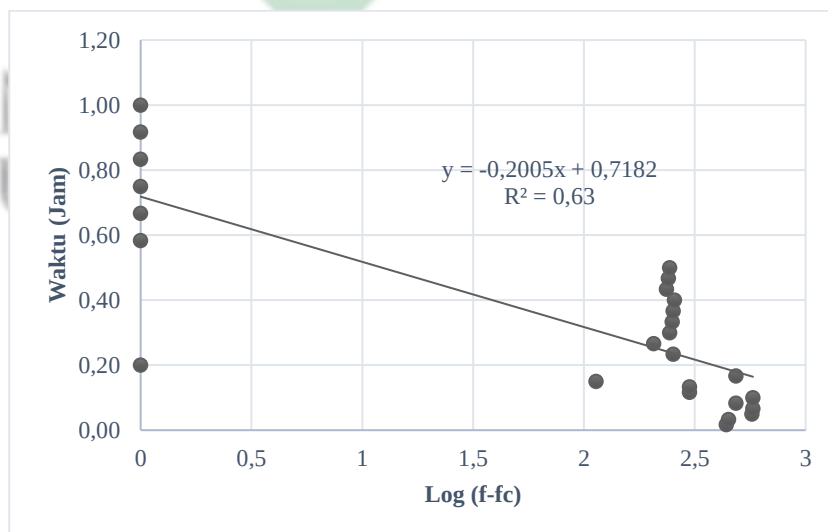
Hasil pengukuran laju infiltrasi di lapangan kemudian dianalisis dengan metode horton. Perhitungan laju infiltrasi di titik 3 menggunakan Persamaan 2.3 dengan langkah awal yaitu menentukan parameter dengan $f_c=165,6$ cm/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.55 berikut:

Tabel 4.55 Parameter Untuk Menentukan Nilai k

t (jam)	f (cm/jam)	f – f _c	Log (f – f _c)
0,02	604,6	439,0	2,642417
0,03	615,1	449,5	2,652733
0,05	738,1	572,5	2,757794
0,07	743,1	577,5	2,761585
0,08	651,0	485,4	2,6861
0,10	744,0	578,4	2,762228
0,12	465,0	299,4	2,476252
0,13	465,0	299,4	2,476252

t (jam)	f (cm/jam)	f – f _c	Log (f – f _c)
0,15	279,0	113,4	2,054613
0,17	651,0	485,4	2,6861
0,20	139,5	-26,1	0
0,23	418,5	252,9	2,402949
0,27	372,0	206,4	2,31471
0,30	409,2	243,6	2,386708
0,33	415,5	249,9	2,397752
0,37	418,6	253,0	2,40317
0,40	421,8	256,2	2,408521
0,43	401,1	235,5	2,371919
0,47	406,1	240,5	2,381079
0,50	409,2	243,6	2,386708
0,58	157,9	-7,7	0
0,67	161,7	-3,9	0
0,75	163,2	-2,4	0
0,83	164,9	-0,7	0
0,92	165,6	0,0	0
1,00	165,6	0,0	0

Dari Tabel 4.55 di atas kemudian dibentuk grafik linear untuk mendapatkan nilai gradien (m) yang dapat dilihat pada Gambar 4.27 berikut ini:



Gambar 4.27 Grafik Linear Hubungan Waktu Terhadap Log (f-f_c) di Titik 3 Dengan LRB

Setelah membuat grafik seperti pada Gambar 4.27 di atas, maka akan didapatkan nilai sebagai berikut:

$$\rightarrow \text{Gradien (m)} = -0,2005$$

$$\rightarrow k = \frac{-1}{(-0,2005 \times \text{LOG}(2,718))} = 11,49$$

$$\rightarrow \text{Log}(f_0 - f_c) = \frac{C}{-m} = \frac{0,7128}{-(-0,2005)} = 3,58; \text{ sehingga } (f_0 - f_c) = 10^{3,58} = 3819,84 \text{ dan } f_0 = 3985,44$$

Nilai-nilai yang telah didapatkan tersebut kemudian disubsitusikan ke dalam Persamaan 2.3 sehingga didapatkan nilai laju infiltrasi di titik 3 dengan LRB untuk metode horton yang dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f(t) = 165,6 + 3819,84 \times e^{-11,49.t}$$

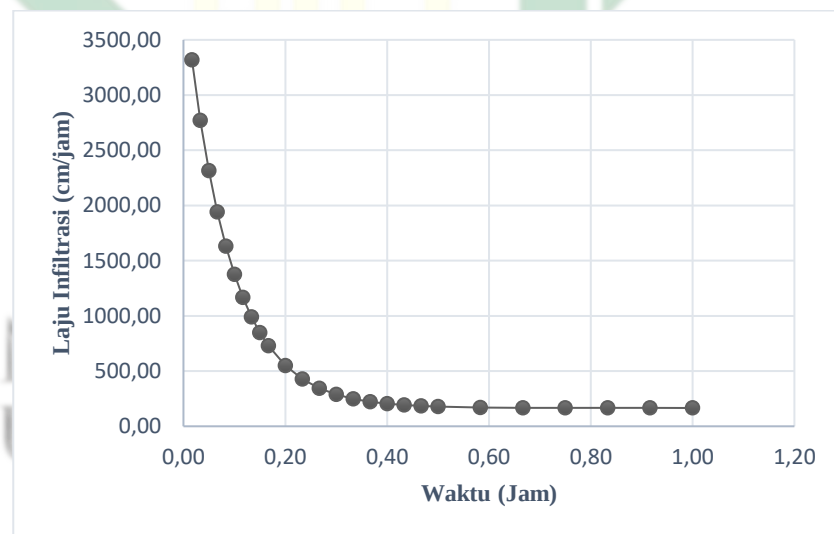
Hasil perhitungan laju infiltrasi tanah di titik 3 dengan LRB dengan metode horton dapat dilihat pada Tabel 4.56 berikut ini:

Tabel 4.56 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Dengan LRB di Titik 3

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0	15	3985,44
1	1	10,1	3320,02
2	1	10,3	2770,52
3	1	12,3	2316,74
4	1	12,4	1942,01
5	1	10,9	1632,56
6	1	12,4	1377,01
7	1	7,8	1165,98
8	1	7,8	991,72
9	1	4,7	847,81
10	1	10,9	728,96
12	2	4,7	549,78
14	2	14	427,59
16	2	12,4	344,26
18	2	13,6	287,44
20	2	13,8	248,69
22	2	14	222,26
24	2	14,1	204,24
26	2	13,4	191,95
28	2	13,5	183,57

Menit ke-	Δt	Δh (cm)	f horton (cm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
30	2	13,6	177,85
35	5	13,2	170,31
40	5	13,5	167,41
45	5	13,6	166,29
50	5	13,7	165,87
55	5	13,8	165,70
60	5	13,8	165,64

Grafik nilai laju infiltrasi hasil perhitungan dengan metode horton dapat dilihat pada Gambar 4.28. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu nilai laju infiltrasi akan semakin berkurang hal tersebut sesuai dengan pernyataan Horton yang menyatakan bahwa seiring dengan pertambahan waktu kapasitas infiltrasi ikut berkurang hingga mendekati nilai yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020).



Gambar 4.28 Grafik Laju Infiltrasi Horton Dengan LRB di Titik 3

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi tanah yang telah dilakukan maka didapatkan hasil laju infiltrasi pada lokasi penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 4.57 berikut ini:

Tabel 4.57 Infiltrasi Tanah di Lokasi Penelitian

Lokasi Uji	Tanpa LRB			Dengan LRB		
	Laju Infiltrasi (fc)	Kriteria	Infiltrasi Kumulatif (Fc)	Laju Infiltrasi (fc)	Kriteria	Infiltrasi Kumulatif (Fc)
Titik 1	1,30 cm/jam	Agak Lambat	4,91 cm/jam	98,24 cm/jam	Sangat Cepat	242,68 cm/jam
Titik 2	15,74 cm/jam	Cepat	17,98 cm/jam	301,01 cm/jam	Sangat Cepat	487,65 cm/jam
Titik 3	5,10 cm/jam	Sedang	16,27 cm/jam	165,70 cm/jam	Sangat Cepat	528,51 cm/jam
Rata-Rata	7,38 cm/jam	Agak Cepat	13,05 cm/jam	188,32 cm/jam	Sangat Cepat	419,61 cm/jam

Besarnya laju infiltrasi (fc) pada Tabel 4.57 di atas merupakan laju infiltrasi pada saat konstan yang dihitung menggunakan metode horton. Menurut Nanda (2021), air hujan akan mengakibatkan kondisi lapisan permukaan tanah menjadi setengah jenuh dan menyebabkan menurunnya kapasitas infiltrasi, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Horton yang menyatakan bahwa seiring dengan pertambahan waktu kapasitas infiltrasi ikut berkurang hingga mendekati nilai yang konstan (Salsabila & Nugraheni, 2020). Sedangkan, besarnya infiltrasi kumulatif (Fc) merupakan total volume air yang telah meresap melalui bidang horizontal permukaan tanah dalam periode waktu tertentu yang diukur sejak dari awal terjadinya infiltrasi (Salsabila & Nugraheni, 2020). Laju infiltrasi (fc) dengan adanya LRB merupakan laju infiltrasi pada saat umur LRB 7 hari dimana berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Negara dkk. (2021) pada waktu tersebut terjadi laju infiltrasi tanah tertinggi yang artinya pemasangan LRB dengan umur 7 hari menghasilkan nilai laju infiltrasi maksimum pada LRB tersebut. Sehingga, dari Tabel 4.57 dapat diketahui bahwa adanya lubang resapan biopori (LRB) di lokasi penelitian dapat meningkatkan laju infiltrasi.

Setelah mendapatkan nilai infiltrasi tanah, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan jumlah lubang resapan biopori (LRB) yang dibutuhkan untuk setiap saluran yang dinyatakan “Tidak Aman” agar dapat mengurangi kelebihan air di saluran tersebut. Lubang resapan biopori (LRB) yang akan diterapkan di lokasi penelitian direncanakan akan dibuat di sekitar

sepanjang saluran dengan diameter 4 inch, kedalaman 100 cm, dan jarak antar lubang 50 cm sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan. Berikut adalah contoh hasil penerapan lubang resapan biopori (LRB) di saluran A1.

Diketahui:

$$Q_{rencana} = 0,272843 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{eksisting} = 0,051805 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} Q_{LRB} &= 419,61 \text{ cm/jam} \times (3,14 \times 10,16 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}) \\ &= 1338663,166 \text{ cm}^3/\text{jam} = 0,000371851 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Hasil penerapan LRB di saluran A1 menggunakan:

- 1) Menentukan jumlah LRB untuk reduksi genangan 100% menggunakan Persamaan 3.21

$$\sum LRB = \frac{(0,272843 - 0,051805)}{0,000371851} = 594 \text{ buah}$$

- 2) Menentukan jumlah LRB untuk jarak antar LRB 50 cm sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan

$$\sum LRB = \frac{258 \text{ m}}{(50 \text{ cm}/100)} = 516 \text{ buah}$$

- 3) Menghitung presentase reduksi genangan dengan jumlah LRB sesuai peraturan menggunakan Persamaan 3.20

$$\%Reduksi = \frac{0,000371851 \times 516}{(0,272843 - 0,051805)} \times 100 = 86,81\%$$

- 4) Maka, perbandingan debit di saluran A1 = $0,272843 \text{ m}^3/\text{detik} > 0,243680 \text{ m}^3/\text{detik}$ artinya penerapan lubang resapan biopori (LRB) di saluran A1 masih belum dapat mengatasi permasalahan genangan di sekitar saluran tersebut.

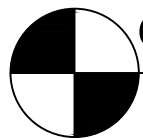
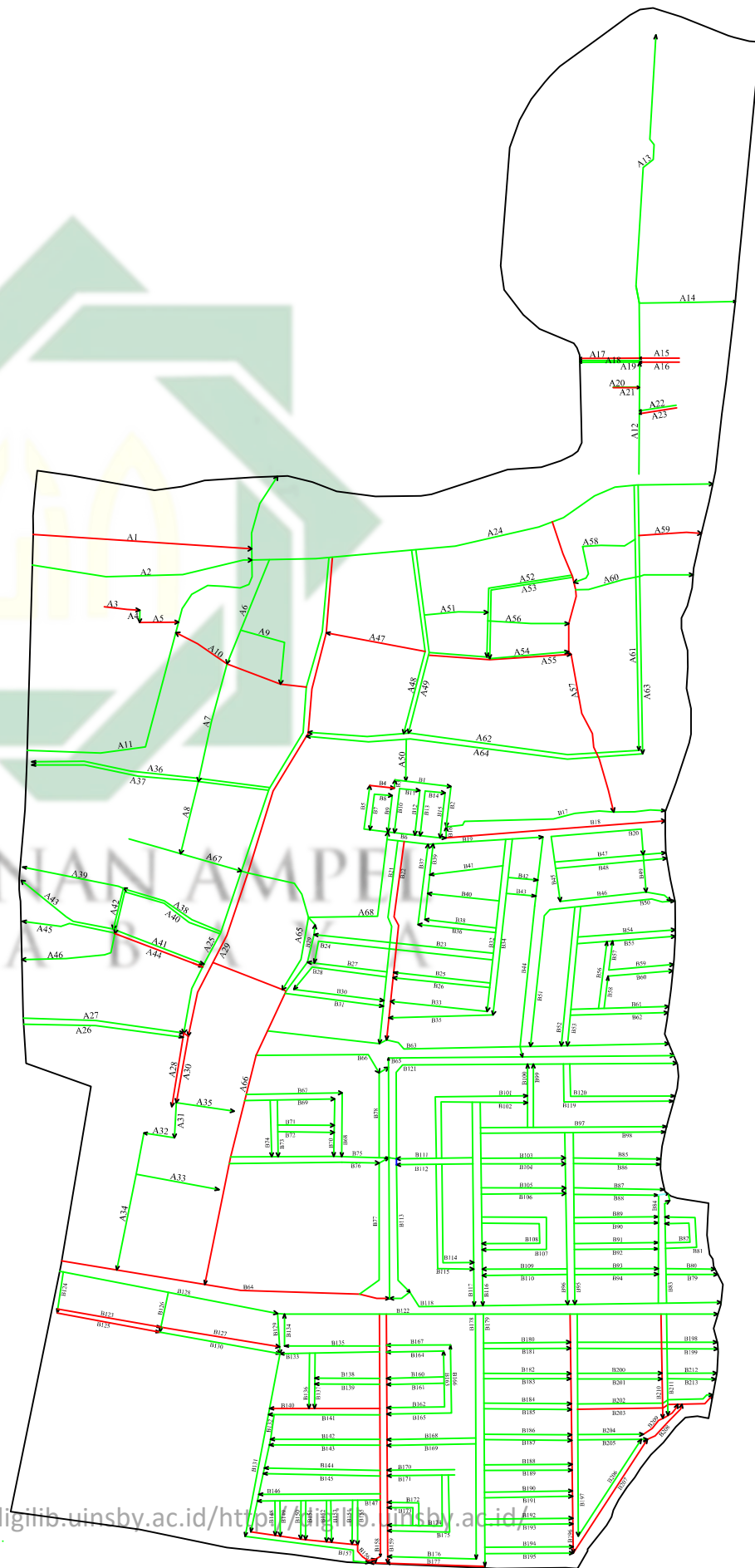
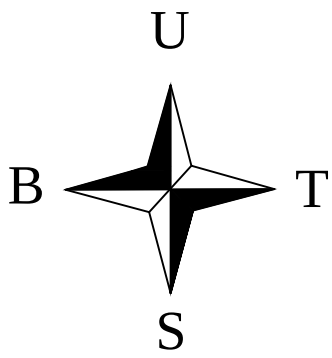
Hasil perhitungan jumlah lubang resapan biopori (LRB) tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.58.

Tabel 4.58 Hasil Penerapan Lubang Resapan Biopori (LRB) di Lokasi Penelitian

No	Saluran	Tanpa LRB			Dengan LRB					
		Qrencana (m ³ /detik)	Qeksisting (m ³ /detik)	Hasil	Jumlah LRB _{min} (Reduksi 100%)	Jumlah LRB (sesuai Peraturan)	Reduksi (%)	Q _{LRB} (m ³ /detik)	Qeksisting + Q _{LRB} (m ³ /detik)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	A1	0,272843	0,051805	Tidak Aman	594	516	86,81	0,191875	0,243680	Tidak Aman
2	A3	0,284365	0,218576	Tidak Aman	177	86	48,72	0,032054	0,250630	Tidak Aman
3	A5	0,618025	0,495755	Tidak Aman	329	87	26,34	0,032202	0,527958	Tidak Aman
4	A10	0,275293	0,117937	Tidak Aman	423	326	77,04	0,121223	0,239160	Tidak Aman
5	A13	1,005302	0,706386	Tidak Aman	804	804	100,02	0,298968	1,005354	Aman
6	A15	0,326502	0,265634	Tidak Aman	164	95	58,28	0,035475	0,301109	Tidak Aman
7	A16	0,446016	0,282050	Tidak Aman	441	95	21,64	0,035475	0,317524	Tidak Aman
8	A17	0,315164	0,077176	Tidak Aman	640	144	22,50	0,053547	0,130723	Tidak Aman
9	A21	0,121361	0,043518	Tidak Aman	209	64	30,57	0,023798	0,067316	Tidak Aman
10	A23	0,237919	0,112453	Tidak Aman	337	92	27,27	0,034210	0,146663	Tidak Aman
11	A25	0,195957	0,037582	Tidak Aman	426	1206	283,16	0,448453	0,486034	Aman
12	A26	0,177319	0,164767	Tidak Aman	34	384	1137,60	0,142791	0,307558	Aman
13	A28	0,186699	0,119177	Tidak Aman	182	180	99,13	0,066933	0,186111	Tidak Aman
14	A29	0,549420	0,046216	Tidak Aman	1353	1214	89,71	0,451427	0,497643	Tidak Aman
15	A30	0,783516	0,366821	Tidak Aman	1121	176	15,71	0,065446	0,432267	Tidak Aman
16	A40	0,110217	0,056385	Tidak Aman	145	358	247,29	0,133123	0,189508	Aman
17	A43	0,222320	0,197784	Tidak Aman	66	262	397,07	0,097425	0,295209	Aman
18	A44	0,112755	0,027428	Tidak Aman	229	228	99,36	0,084782	0,112210	Tidak Aman
19	A47	0,136165	0,041308	Tidak Aman	255	242	94,87	0,089988	0,131296	Tidak Aman
20	A52	0,184536	0,053281	Tidak Aman	353	368	104,26	0,136841	0,190122	Aman
21	A53	0,065689	0,053059	Tidak Aman	34	364	1071,71	0,135354	0,188413	Aman
22	A55	0,433522	0,044695	Tidak Aman	1046	344	32,90	0,127917	0,172612	Tidak Aman
23	A57	1,218184	0,536994	Tidak Aman	1832	728	39,74	0,270708	0,807702	Tidak Aman

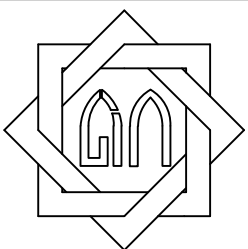
No	Saluran	Tanpa LRB			Dengan LRB					
		Qrencana (m ³ /detik)	Qeksisting (m ³ /detik)	Hasil	Jumlah LRB _{min} (Reduksi 100%)	Jumlah LRB (sesuai Peraturan)	Reduksi (%)	Q _{LRB} (m ³ /detik)	Qeksisting + Q _{LRB} (m ³ /detik)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
24	A59	0,368152	0,091696	Tidak Aman	743	150	20,18	0,055778	0,147474	Tidak Aman
25	A61	0,045562	0,019444	Tidak Aman	70	634	902,65	0,235754	0,255197	Aman
26	A62	0,108566	0,026775	Tidak Aman	220	798	362,80	0,296737	0,323512	Aman
27	A63	0,054582	0,036833	Tidak Aman	48	644	1349,21	0,239472	0,276306	Aman
28	A64	0,153307	0,024685	Tidak Aman	346	812	234,75	0,301943	0,326628	Aman
29	A66	0,523333	0,049828	Tidak Aman	1273	922	72,41	0,342847	0,392675	Tidak Aman
30	B4	0,118035	0,095323	Tidak Aman	61	59	96,93	0,022014	0,117337	Tidak Aman
31	B17	1,565704	1,542767	Tidak Aman	62	534	865,73	0,198569	1,741336	Aman
32	B18	0,622374	0,070802	Tidak Aman	1483	526	35,46	0,195594	0,266396	Tidak Aman
33	B21	0,113791	0,053981	Tidak Aman	161	490	304,64	0,182207	0,236188	Aman
34	B22	0,339321	0,010523	Tidak Aman	884	482	54,51	0,179232	0,189756	Tidak Aman
35	B63	0,788013	0,693340	Tidak Aman	255	976	383,35	0,362927	1,056267	Aman
36	B64	0,315805	0,011507	Tidak Aman	818	796	97,27	0,295994	0,307501	Tidak Aman
37	B99	0,083755	0,031760	Tidak Aman	140	152	108,70	0,056521	0,088281	Aman
38	B100	0,202770	0,186370	Tidak Aman	44	152	344,65	0,056521	0,242891	Aman
39	B104	0,059048	0,037127	Tidak Aman	59	202	342,67	0,075114	0,112241	Aman
40	B118	0,865243	0,796465	Tidak Aman	185	764	413,06	0,284094	1,080560	Aman
41	B122	0,413362	0,092982	Tidak Aman	862	1058	122,80	0,393419	0,486401	Aman
42	B123	0,142495	0,013727	Tidak Aman	346	252	72,77	0,093706	0,107433	Tidak Aman
43	B125	0,194288	0,092886	Tidak Aman	273	252	92,41	0,093706	0,186593	Tidak Aman
44	B127	0,192066	0,025663	Tidak Aman	448	288	64,36	0,107093	0,132756	Tidak Aman
45	B131	2,046447	1,929892	Tidak Aman	313	448	142,93	0,166589	2,096481	Aman
46	B133	0,069218	0,057675	Tidak Aman	31	238	766,70	0,088501	0,146176	Aman
47	B139	0,054704	0,031951	Tidak Aman	61	154	251,68	0,057265	0,089216	Aman

No	Saluran	Tanpa LRB			Dengan LRB					
		Qrencana (m ³ /detik)	Qeksisting (m ³ /detik)	Hasil	Jumlah LRB _{min} (Reduksi 100%)	Jumlah LRB (sesuai Peraturan)	Reduksi (%)	Q _{LRB} (m ³ /detik)	Qeksisting + Q _{LRB} (m ³ /detik)	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
48	B140	0,277523	0,021194	Tidak Aman	689	268	38,88	0,099656	0,120850	Tidak Aman
49	B141	0,031863	0,019024	Tidak Aman	35	268	776,22	0,099656	0,118680	Aman
50	B144	0,084769	0,010772	Tidak Aman	199	276	138,70	0,102631	0,113403	Aman
51	B145	0,021357	0,013130	Tidak Aman	22	280	1265,50	0,104118	0,117248	Aman
52	B156	0,681849	0,250816	Tidak Aman	1159	326	28,12	0,121223	0,372039	Tidak Aman
53	B158	0,733594	0,130515	Tidak Aman	1622	606	37,37	0,225342	0,355857	Tidak Aman
54	B159	1,041572	0,340481	Tidak Aman	1885	598	31,72	0,222367	0,562848	Tidak Aman
55	B164	0,077292	0,071801	Tidak Aman	15	138	934,54	0,051315	0,123116	Aman
56	B167	0,090319	0,069374	Tidak Aman	56	152	269,86	0,056521	0,125896	Aman
57	B176	0,204613	0,180510	Tidak Aman	65	212	327,07	0,078832	0,259343	Aman
58	B177	1,837306	0,647318	Tidak Aman	3200	276	8,62	0,102631	0,749949	Tidak Aman
59	B180	0,130430	0,077857	Tidak Aman	141	210	148,53	0,078089	0,155946	Aman
60	B181	0,146404	0,083975	Tidak Aman	168	210	125,08	0,078089	0,162064	Aman
61	B196	1,101610	0,158002	Tidak Aman	2538	372	14,66	0,138329	0,296330	Tidak Aman
62	B203	1,847700	0,225114	Tidak Aman	4364	334	7,65	0,124198	0,349312	Tidak Aman
63	B207	1,206108	0,138853	Tidak Aman	2870	324	11,29	0,120480	0,259333	Tidak Aman
64	B208	1,523672	0,214812	Tidak Aman	3520	122	3,47	0,045366	0,260177	Tidak Aman
65	B209	0,310097	0,189136	Tidak Aman	325	110	33,82	0,040904	0,230040	Tidak Aman
66	B210	0,225922	0,097082	Tidak Aman	346	250	72,15	0,092963	0,190044	Tidak Aman



Gambar 4.29 Hasil Evaluasi Saluran Drainase Dengan LRB

Skala 1:7500



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Judul Gambar

**HASIL EVALUASI
SALURAN DRAINASE
DENGAN LRB**

Keterangan

- Batas Wilayah Desa
- Saluran Aman
- Saluran Tidak Aman

Skala

1:7500

Sumber

Google Earth, 2023

Dibuat Oleh

**Yasmin Fadhilah Putri Prasetyo
NIM. H75219034**

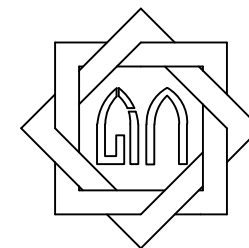
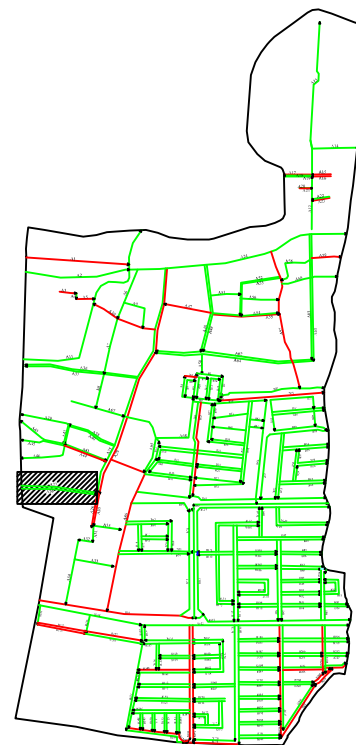
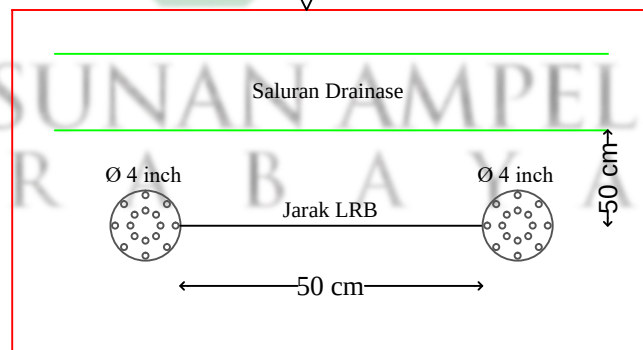
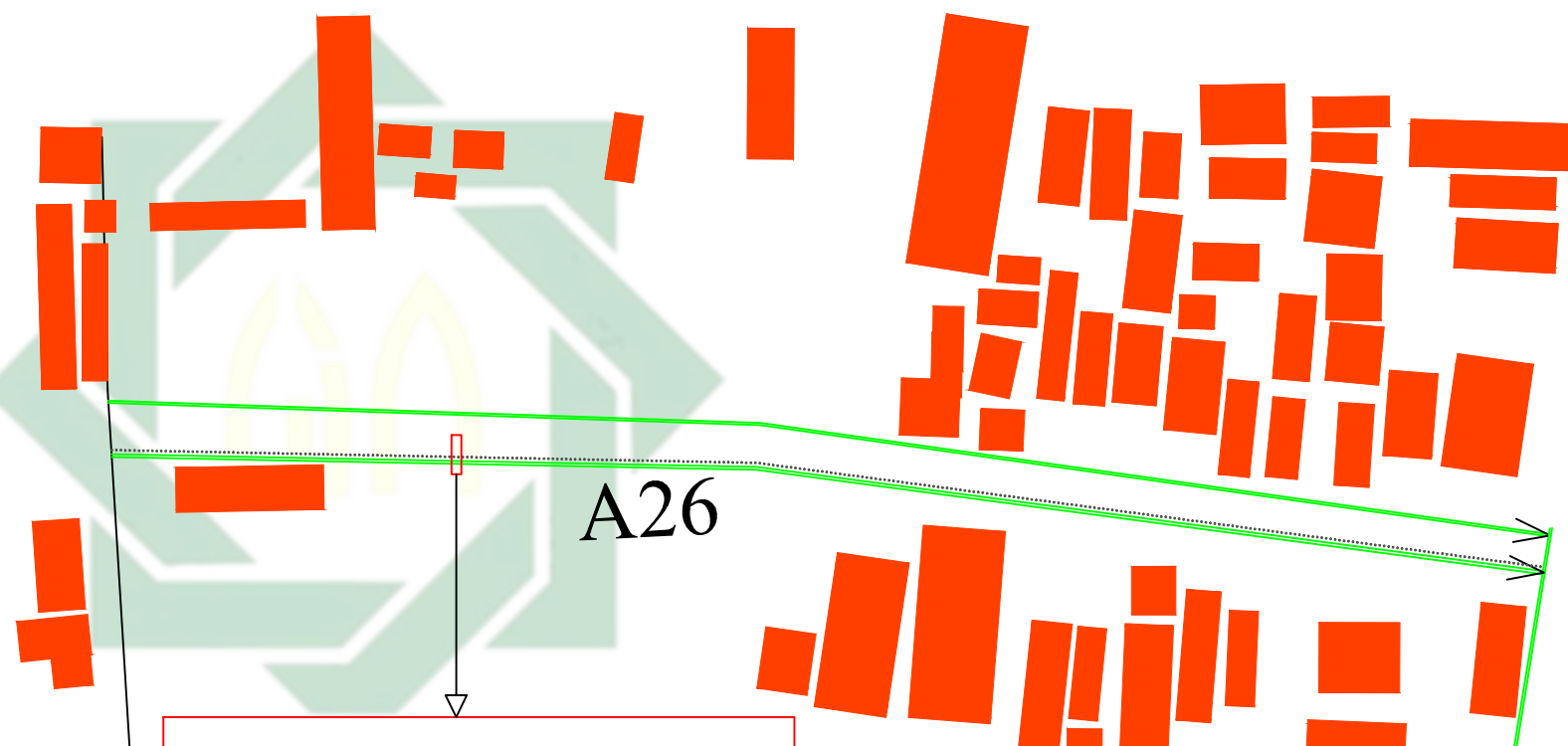
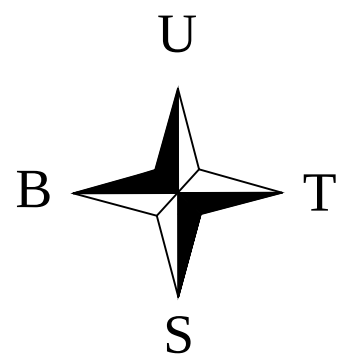
Dosen Pembimbing

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
Rr. Diah Nugraheni S., M.T.

Dari hasil analisis perhitungan terhadap penerapan lubang resapan biopori (LRB) di lokasi penelitian dapat diketahui bahwa dari 66 saluran drainase yang “Tidak Aman” terdapat 30 saluran drainase yang apabila dibangun sejumlah LRB sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan di sepanjang salurannya dapat membantu mereduksi genangan, sedangkan 36 saluran drainase lainnya tetap mengalami kelebihan air limpasan. Gambar peta saluran drainase hasil penerapan lubang resapan biopori di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.29.

Berdasarkan Tabel 4.58, untuk saluran drainase yang pada kolom (11) mendapatkan hasil aman, di sekitar salurannya dapat dibangun lubang resapan biopori (LRB) sejumlah yang tercantum pada kolom (7). Sedangkan untuk saluran drainase yang pada kolom (11) mendapatkan hasil tidak aman, di sekitar salurannya dapat dibangun lubang resapan biopori (LRB) sejumlah yang tercantum pada kolom (7) dengan menambahkan lubang resapan biopori (LRB) di sekitar daerah pengalirannya (*Catchment Area*) yaitu di sekitar pekarangan rumah atau lahan terbuka hijau yang tersedia dengan jumlah biopori yaitu hasil dari pengurangan antara kolom (6) dan kolom (7). Contoh peletakkan lubang resapan biopori (LRB) untuk saluran yang aman dan tidak aman, dapat dilihat pada Gambar 4.30 dan Gambar 4.31.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Judul Gambar

**CONTOH PENEMPATAN
LRB PADA SALURAN
DRAINASE "AMAN"**

Keterangan

- Saluran Drainase
- Lubang Resapan Biopori (LRB)
- Bangunan

Sumber

PERMENLH 12 Tahun 2009

Skala

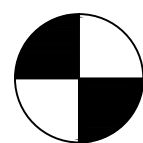
1:10

Dibuat Oleh

Yasmin Fadhillah Putri Prasetyo
NIM. H75219034

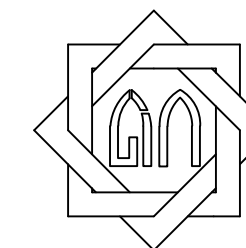
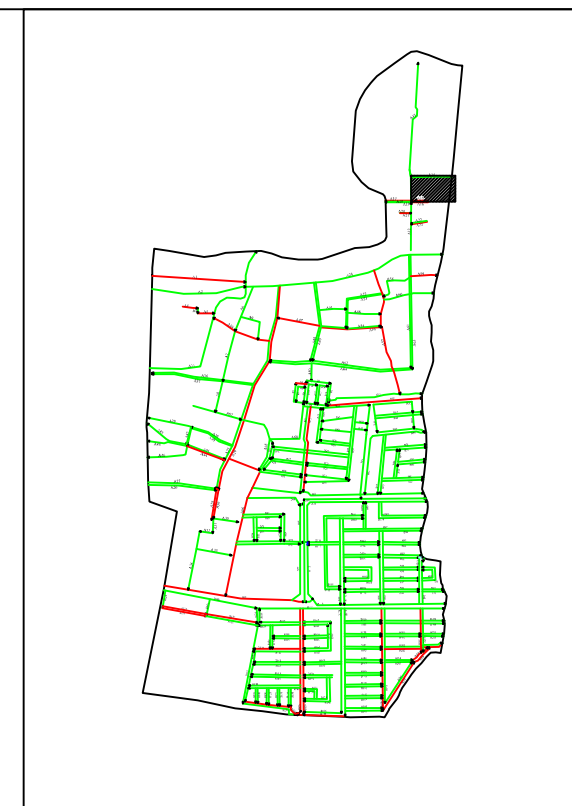
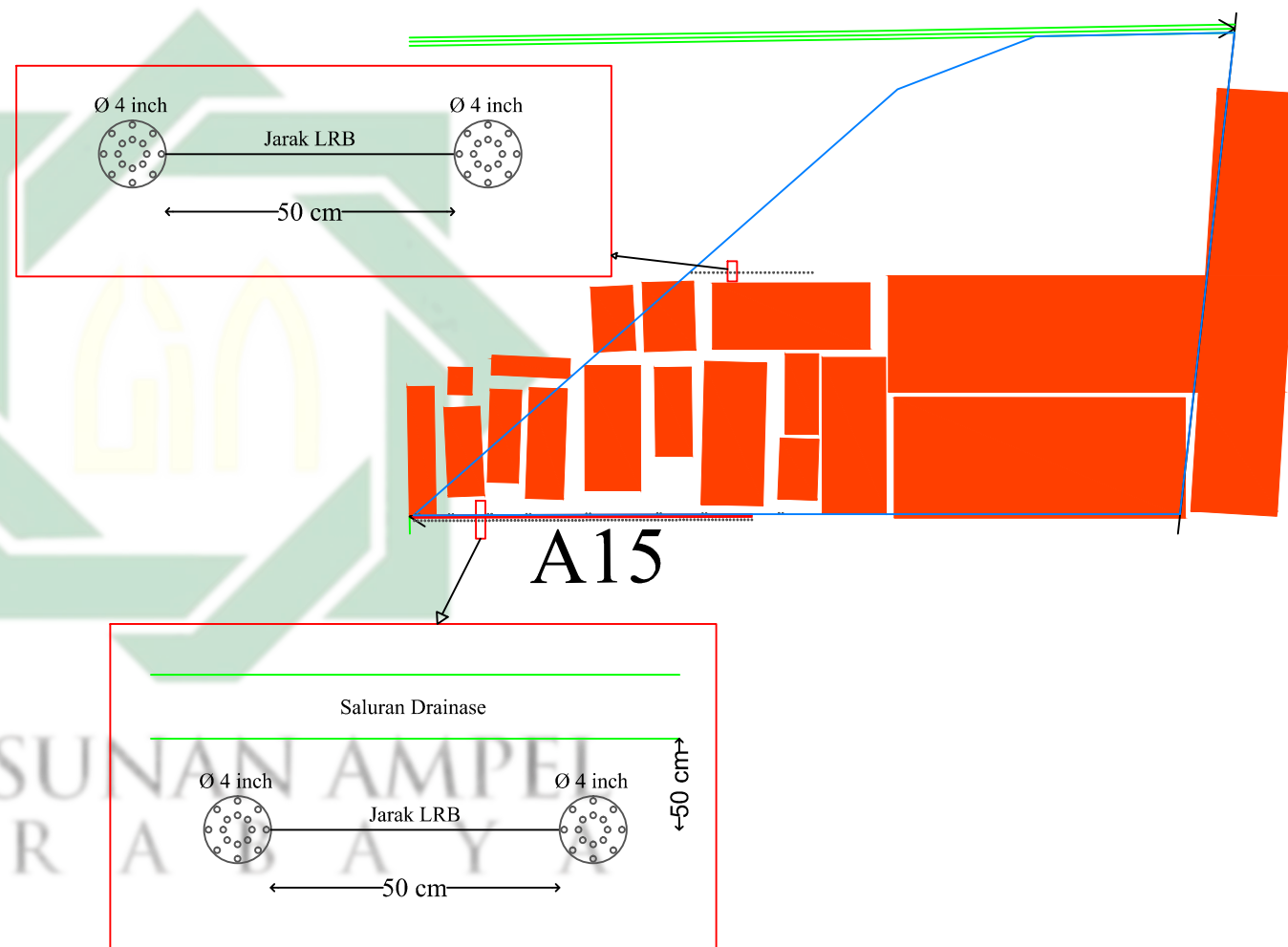
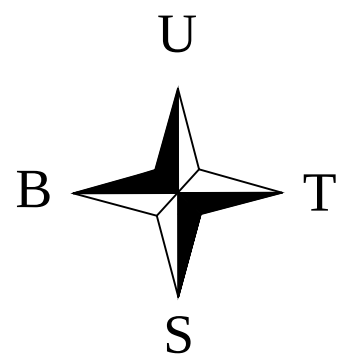
Dosen Pembimbing

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
Rr. Diah Nugraheni S., M.T.



Gambar 4.30 Contoh Penempatan LRB Pada Saluran Drainase "Aman"

1:10



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Judul Gambar

**CONTOH PENEMPATAN
LRB PADA SALURAN
DRAINASE "TIDAK AMAN"**

Keterangan

- Batas CA
- Saluran Aman
- Saluran Tidak Aman
- Lubang Resapan Biopori (LRB)
- Bangunan

Sumber

PERMENLH 12 Tahun 2009

Skala

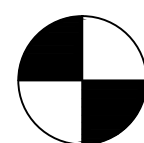
1:10

Dibuat Oleh

Yasmin Fadhillah Putri Prasetyo
NIM. H75219034

Dosen Pembimbing

Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
Rr. Diah Nugraheni S., M.T.



Gambar 4.31 Contoh Penempatan LRB Pada Saluran Drainase "Tidak Aman"

1:10

Namun, meskipun dengan adanya LRB tidak semua saluran drainase dapat teratasi masalah genangannya, penerapan *ecodrainage* dengan metode lubang resapan biopori (LRB) dapat dikatakan memiliki manfaat dalam mereduksi genangan di lokasi penelitian karena dengan adanya LRB mampu mereduksi sebanyak 58,44% genangan dari total genangan yang ada di lokasi penelitian. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dengah dkk. (2019) dengan hasil penelitian yaitu LRB yang direncanakan di sekitar saluran dapat mereduksi genangan sebanyak 5% dari debit yang meluap pada saluran tersebut. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Al Dianty (2020) menyatakan bahwa penerapan LRB untuk menangani banjir merupakan solusi yang tepat karena LRB yang dibuat di pinggir jalan sepanjang 750 meter dengan total LRB 750 lubang, jarak antar LRB yaitu 1 meter dengan diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm dapat mengurangi beban drainase sekitar 33,48%. Oleh karena itu, *ecodrainage* dengan metode Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan genangan yang tepat untuk diterapkan di Desa Kureksari.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai penerapan *ecodrainage* dengan metode lubang resapan biopori di Desa Kureksari, Kecamatan Waru, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

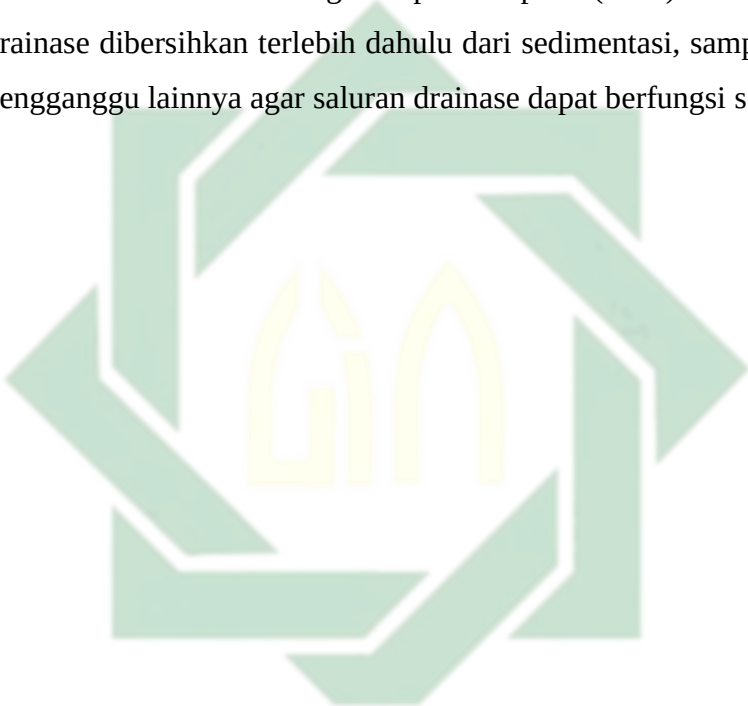
1. Saluran drainase di Desa Kureksari Kecamatan Waru terdiri dari saluran primer, sekunder, dan tersier dengan jumlah saluran yang diteliti sebanyak 281 saluran drainase.
2. Debit drainase eksisting Desa Kureksari sebesar 0,010523–32,519863 m³/detik bergantung pada dimensi dan jenis bahan saluran. Sedangkan, debit rencana saluran drainase sebesar 0,001281–2,090023 m³/detik.
3. Sebanyak 66 saluran drainase di Desa Kureksari “Tidak Aman” yang artinya debit rencana di saluran tersebut memiliki nilai lebih besar dibandingkan debit yang mampu di tampung oleh saluran drainase eksisting.
4. Penerapan *ecodrainage* menggunakan metode lubang resapan biopori (LRB) di Desa Kureksari mampu mereduksi genangan sebesar 58,44% dari total genangan yang ada di lokasi. Penerapan LRB direncanakan diletakkan di pinggir sepanjang saluran drainase dengan jarak antar lubang 50 cm, diameter lubang 4 inch, dan kedalaman lubang yaitu sedalam 100 cm.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Saluran drainase yang memiliki status “Tidak Aman” setelah direncanakan akan dibuat lubang resapan biopori (LRB) di sekitarnya, dapat diatasi dengan menambah pembuatan LRB di sekitar *Catchment Area* (pekarangan rumah atau lahan terbuka yang tersedia) pada masing-masing saluran drainase.

2. Uji laju infiltrasi tanah sebaiknya dilakukan selama $\pm$ 3 bulan dengan selang waktu pengukuran yaitu sebelum pemasangan lubang resapan biopori (LRB), hari ke-0 setelah pemasangan, dan setiap 7 hari hingga 3 bulan. Hal tersebut dilakukan karena berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan bahwa sekitar 2–3 bulan sampah organik di dalam lubang resapan biopori telah terjadi proses pelapukan sehingga menjadi kompos.
3. Sebelum membuat lubang resapan biopori (LRB) sebaiknya saluran drainase dibersihkan terlebih dahulu dari sedimentasi, sampah, dan faktor pengganggu lainnya agar saluran drainase dapat berfungsi secara optimal.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Al Dianty, M. (2020). Analysis of Biopore Drainage System to Control the Floods in the Urban Cluster. *Technology Reports of Kansai University*, 62(08), 45–54.
- Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., Rudiyanto, M. A., Nadya, E., Nugroho, M. W., & Findia. (2021). Drainase Perkotaan. In *Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 77521-2012. Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah di Lapangan Menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 6728.1-2015. Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam-Bagian 1: Sumber Daya Air. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Brata, K. R., & Nelistya, A. (2011). *Lubang Resapan Biopori* (S. Prayugo (ed.)). Penebar Swadaya.
- Butler, D., & Davies, J. W. (2004). *Urban Drainage* (2nd ed.). Spon Press.
- Darwis. (2018). *Dasar - Dasar Mekanika Tanah* (A. Kodir (ed.)). Pena Indis.
- Dengah, G. P., Supit, C. J., Tangkudung, H., Sipil, T., Sam, U., Manado, R., Manado, J. K. B., Perumahan, A., Paniki, G., Griya, P., Indah, P., & Manado, K. (2019). Analisis Perencanaan Lubang Resapan Biopori Untuk Mereduksi Genangan Di Jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah Kota Manado. *Tekno*, 17(73), 145–151.
- Faruq, U. (2023, Januari 29). Drainase Buruk, Jalan di Sidoarjo Banjir. *detiknews*. <https://news.detik.com/foto-news/d-6540333/drainase-buruk-jalan-di-sidoarjo-banjir/2>
- Gunadarma. (1997). *Drainase Perkotaan*. Penerbit Gunadarma.
- Hardani, Auliya, N. H., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (H. Abadi (ed.)). Pustaka Ilmu.
- Haribowo, R., & Suhardjono. (2022). *Ekodrainase Tampung, Manfaatkan, Resapkan, lalu Alirkan (Praktik Penerapan Ekodrainase)* (A. Khanafi (ed.)).

Penerbit Deepublish.

Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu.

Kurniawan, A. W., & Zarah, P. (2016). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF*. Pandiva Buku.

Martha, L. (2018). *Studi Resapan Air Hujan Melalui Lubang Resapan Biopori (LRB) Sebagai Upaya Mereduksi Beban Drainase di Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.

Nanda, A. R. (2021). *Substitusi Konstanta Horton Untuk Analisis Kapasitas Infiltrasi* (Nurnawaty (ed.)). Penerbit Nas Media Pustaka.

Negara, I. D. G. J., Setiawan, A., Saida, H., & Gunawan, A. (2021). *Karakteristik Laju Resapan Lubang Biopori Pada Beberapa Jenis Sampah Organik*. 15(1), 1004–1012.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

Putra, R. P., & Amalia, M. (2022). *Studi Karakteristik Hidrolik Saluran Drainase*. 11(01), 41–46.

Saidah, H., Nur, Khaerat, N., Parea, Rusan, Rangan, Muhammad, Ihsan, M., Tamrin, Miswar, Tumpu, Abd., Rakhim, N., Mardewi, Jamal, Amrullah, M., & Fenti, Daud, S. (2021). *Drainase Perkotaan* (R. Watrimentos (ed.); Vol. 1). Yayasan Kita Menulis.
https://www.researchgate.net/publication/357606455_Drainase_Perkotaan#fullTextFileContent

Salsabila, A., & Nugraheni, I. L. (2020). *Pengantar Hidrologi*. AURA.

Sandhyavitri, A., Fauzi, M., Gunawan, G., Sutikno, S., Amri, R., Siswanto, Suryawan, I., Mukti, M. A., & Riza, S. (2015). *Mitigasi Bencana Banjir Dan Kebakaran*. In *Universitas Riau Press Pekanbaru* (Vol. 1).

Satria, I., Hayati, Y., Sipil, M. T., Teknik, F., Kuala, U. S., Aceh, B., Sipil, J. T.,

- Teknik, F., Kuala, U. S., & Aceh, B. (2020). *Identifikasi pola aliran di sekitar daerah genangan banjir*. 3(3), 220–226.
- Saves, F. (2021). Penerapan Ecodrainage Melalui Biopori Di Jalan Dukuh Kupang Surabaya. *Pawon: Jurnal Arsitektur*, 5(2), 185–200.
<https://doi.org/10.36040/pawon.v5i2.3468>
- Setiawan, I. (2020). *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Pramuka Kota Yogyakarta*, D . I . Ypgyakarta.
- Sulistyaningtyas, P., Asmorowati, E. T., & Sarasant, D. (2021). Analisis Penerapan Lubang Resapan Biopori Untuk Mengurangi Limpasan Pada Desa Tempuran Kecamatan Sooko Mojokerto. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 61–68.
<https://ejournal.unib.ac.id/index.php/inersiajurnal/article/view/17294>
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit ANDI.
- Syarifudin, A. (2017). Hidrologi Terapan. In E. Risanto (Ed.), *Buku Hidrologi Terapan*. Penerbit ANDI.
- Wardani, N. K. (2022). *Kajian Kapasitas Sistem Saluran Drainase Pada Kelurahan Kelutan Kecamatan Trenggalek*. 1–11. <http://eprints.itn.ac.id/7583/>

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A