

BAB III

METODE DAN KRITERIA DESAIN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan di wilayah kecamatan Ngemplak. Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel dengan cara survey lapangan, sampel diambil dengan metode sampling acak dengan alasan daerah yang dipilih tidak semua titik wilayah memiliki fasilitas drainase ramah lingkungan (*ecodrainage*). Kemudian di petakan dengan menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode SIG sendiri yaitu metode yang menggunakan alat berbasis computer dalam penelitian ini akan menggunakan aplikasi *Quantum GIS (QGIS)* dan *ArcGIS*.

Tahapan penelitian ini secara umum dimulai dari penyusunan kerangka pemikiran dari peneliti berdasarkan landasan teori yang telah dipelajari dan studi literatur dari buku-buku serta jurnal-jurnal dari peneliti sebelumnya untuk dijadikan sebagai referensi dalam penelitian ini. Data sekunder berupa curah hujan selama beberapa tahun terakhir dikumpulkan kemudian dianalisis debit limpasan dengan analisis hidrologi.

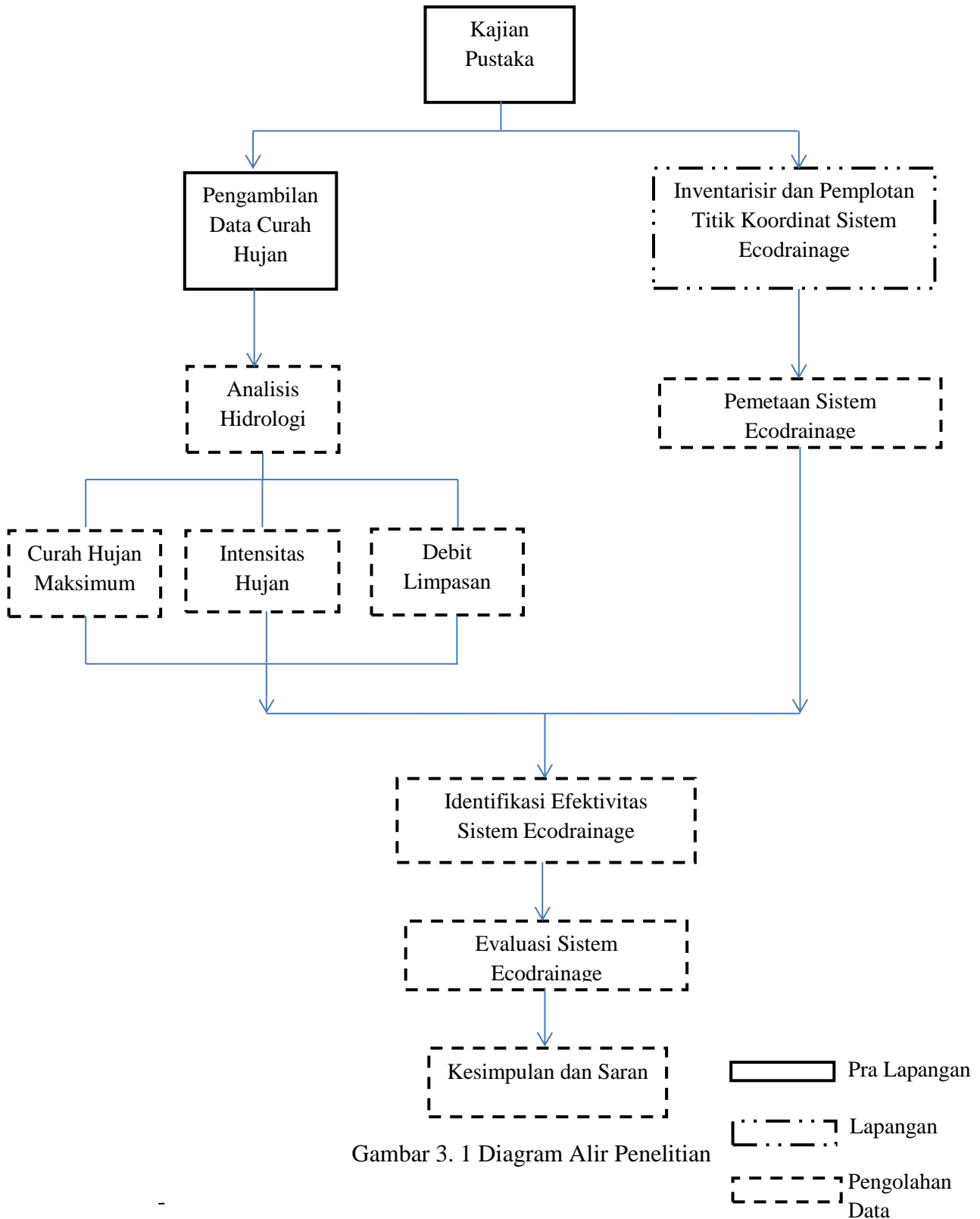
Metode pada penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu pra lapangan, lapangan dan tahap pengolahan data. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2

1. Pra Lapangan

- Kajian Pustaka
- Pengambilan Data Sekunder meliputi Data Curah Hujan

2. Lapangan

- Menginventarisir fasilitas *ecodrain* di Lokasi Penelitian
- Menentukan titik sampling dan koordinat sumur resapan dan biopori di Lokasi Penelitian
- Pengambilan data *ecodrain*



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

-
- Melakukan evaluasi *ecodrain*
- Melakukan pengukuran dimensi saluran drainase di daerah sekitar titik sampling *ecodrain*

3. Pengolahan Data

- Perhitungan curah hujan rata-rata dilokasi penelitian

- Perhitungan curah hujan harian maksimum lokasi penelitian
- Perhitungan intensitas hujan lokasi penelitian
- Perhitungan debit limpasan di lokasi penelitian
- Perbandingan antara debit limpasan, dimensi saluran drainase dengan peraturan yang ada
- Mengevaluasi data *ecodrain*
- Pemetaan *ecodrain*

3.2 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi literature, yaitu mencari data mengenai landasan teoritis mengenai sistem *ecodrainage* efektif dalam melakukan penyerapan air hujan.
2. Dokumentasi, merupakan teknik pengumpulan data sekunder, yaitu dengan cara mengumpulkan data-data sekunder dari sumber-sumber tertentu. Berikut data-data sekunder yang dibutuhkan serta sumber data terlampir pada tabel 3.2

Tabel 3. 2 Data dan Sumber Data yang Dibutuhkan

No	Data yang Dibutuhkan	Sumber Data
1	Peta Administrasi Daerah Penelitian	Badan Informasi Geospasial (BIG)
2	Data Jaringan dan Panjang Drainase	Badan Pekerjaan Umum, Sleman
3	Data Tipe Sumur Resapan	Dinas Lingkungan Hidup, Sleman
4	Data titik-titik biopori	Dinas Lingkungan Hidup Sleman
5	Data Curah Hujan di Lokasi Penelitian	Badan Meteorologi dan Klimatologi Mlati, Sleman, Yogyakarta
6	Peta Titik Stasiun Curah Hujan	Badan Meteorologi dan Klimatologi Mlati, Sleman, Yogyakarta
7	Data Kecamatan Dalam Angka	Badan Pusat Statistik, Sleman
8	Rincian Drainase Sleman	Dokumen SSK 2015
9	Struktur Organisasi Organisasi yang bertanggung jawab	Perda Sleman No.9 tahun 2009
10	Dana bantuan	Organisasi yang bertanggung jawab

3. Observasi Lapangan, yaitu dengan cara turun langsung untuk melihat kondisi eksisting lapangan, mengetahui kondisi lapangan, batas administrasi penelitian

serta kondisi elevasi permukaan, titik koordinat untuk titik sampling dan masalah yang ada dilapangan.

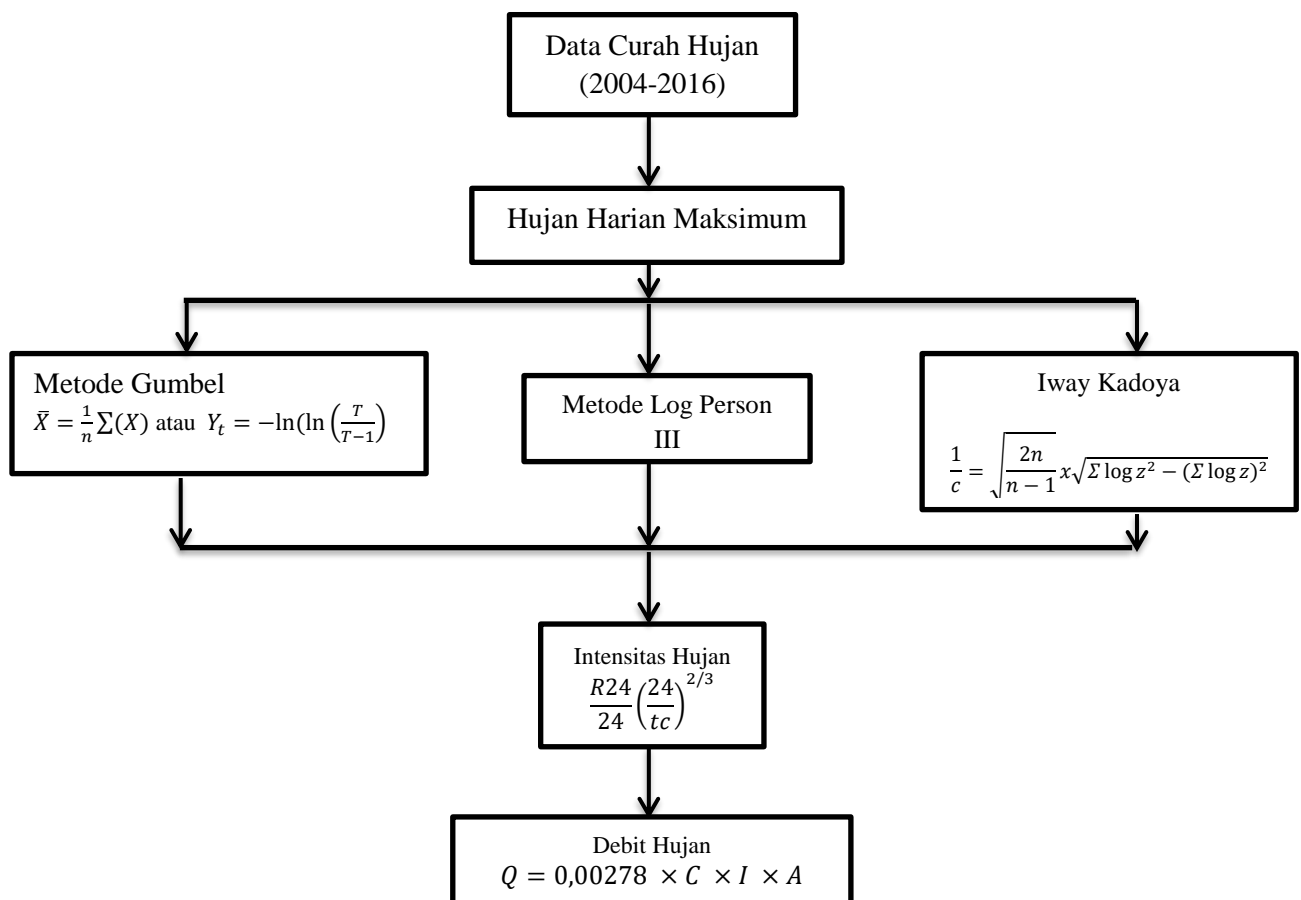
Alat yang digunakan dalam penunjang pengambilan data adalah kamera sebagai alat bantu dalam mengabadikan kondisi umum maupun masalah lingkungan yang secara fisik di lapangan, *Global Positioning System*(GPS), aplikasi peta koordinat yang dapat digunakan melalui *Handphone* berfungsi untuk menentukan titik koordinat serta nama jalan pada lokasi, meteran untuk mengukur dimensi dari saluran drainase, dan alat tulis menulis sebagai alat bantu dalam hal pencatatan data.

3.3 Analisis Data

Dalam penelitian ini analisis data meliputi analisis data hujan, analisis saluran drainase, dan analisis sitem *ecodrainage*.

3.3.1 Analisis Data Hujan

Diagram alir analisis data curah hujan dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Analisis Hidrologi

1. Pengumpulan Data Curah Hujan Penelitian

Data curah hujan dikumpulkan selama 13 tahun kebelakang di daerah penelitian yaitu dari tahun 2004-2016.

2. Curah Hujan Rata-Rata Penelitian

Curah hujan rata-rata daerah penelitian dihitung dengan metode rerata aritmatik sebagaimana berikut:

$$P = \frac{P1+P2+P3+. . .+Pn}{n} \dots\dots\dots (3.1)$$

3. Curah Hujan Maksimum

Dalam menghitung curah hujan harian maksimum, dapat dilakukan dengan 3 metode, yaitu Metode Gumbel, Metode Log Pearson III dan Metode Log Normal

a. Metode Gumbel

- Menghitung besarnya nilai rata-rata curah hujan tahunan (\bar{X}) dengan persamaan:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum(X) \dots\dots\dots (3.2)$$

- Menghitung besarnya selisih antara nilai curah hujan dengan nilai curah hujan sebagai berikut:

$$\overline{X - \bar{X}} \dots\dots\dots (3.3)$$

- Menghitung besarnya nilai kuadrat dari selisih perhitungan antara curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan sebagai berikut:

$$\overline{(X - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

- Menghitung besarnya nilai standar deviasi rata-rata dengan persamaan berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.5)$$

- Menentukan besarnya nilai reduksi variant (Y_i) dari variable yang di harapkan terjadi pada periode ulang tertentu (PUH 2, 5, 10, 20, 25 dan

50), hubungan antara periode ulang T dan Y_t dapat dilihat pada tabel Gumbel berikut:

Tabel 3. 2 . Nilai Reduksi Variant (Y_t)

PUH	Y_t
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019

Sumber : CD. Soemarto, 1999

- Menentukan besarnya nilai rata-rata dari reduksi variant (*mean of reduce variate*, Y_n) berdasarkan tabel dibawah:

Tabel 3. 3 Nilai Rata-Rata Reduksi Variant (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,53	0,582	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,54	0,541	0,5418	0,5424	0,543
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56									

Sumber : CD. Soemarto, 1999

- Menentukan besarnya S_n berdasarkan tabel dibawah:

Tabel 3. 4 Nilai S_n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1167	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,89	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2013	1,2032	1,2038	1,2044	1,2046	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065									

Sumber : CD. Soemarto, 1999

- Menentukan nilai curah hujan dengan periode ulang T tahun (Periode Ulang Hujan (PUH) 2, 5, 10, 20, 25, dan 50) dalam mm (X_T) dengan persamaan berikut:

$$X_T = \bar{X} + (S_X/S_T) \times (Y_n - Y_t) \dots\dots\dots (3.6)$$

b. Metode Log Pearson III

- Mengubah curah hujan rata-rata (X_i) ke dalam bentuk logaritma
 $(X_i) = \log R \dots\dots\dots (3.7)$

- Menghitung nilai X rata – rata
 $X_{rata - rata} = \frac{\sum \log X_i}{n} \dots\dots\dots (3.8)$

- Menghitung besarnya selisih antara nilai curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan sebagaimana pada rumus (3.3)

- Menghitung besarnya nilai kuadrat dari selisih antara nilai curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan sebagaimana pada rumus (3.4)

- Menghitung besarnya nilai pangkat 3 dari selisih antara nilai curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan

$$(\overline{X - \bar{X}})^3 \dots\dots\dots (3.9)$$

- Menghitung besarnya nilai standar deviasi (SD) rata-rata dengan persamaan pada (3.5)

- Menentukan Nilai K dari Cs dengan Melihat Tabel Log Pearson III berdasarkan tabel berikut:

Tabel 3. 5 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III

Cs	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
2	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605
1,9	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,38
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,7	3,271
1,2	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149
1	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957
0,8	-0,132	0,78	1,336	1,998	2,453	2,891

0,7	-0,116	0,79	1,333	1,967	2,407	2,824
0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,5	-0,083	0,806	1,323	1,91	2,311	2,686
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615
0,3	-0,05	0,824	1,209	1,849	2,211	2,544
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,1	0,017	0,846	1,27	1,716	2	2,252
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178
-0,3	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,843	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,594	1,66
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197

Sumber : CD. Soemarto, 1999

- Menghitung Nilai K x SD

$$K \times SD \dots\dots\dots (3.11)$$

- Menghitung Nilai Xt

$$X_t = X + (K \times SD) \dots\dots\dots (3.12)$$

- Menghitung Nilai Rt

$$R_t = 10^{X_t} \dots\dots\dots (3.13)$$

c. Metode Log Normal

- Menghitung besarnya nilai rata-rata curah hujan tahunan (\bar{X}) dengan persamaan (3.2)
- Menghitung besarnya selisih antara nilai curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan sebagaimana persamaan (3.3)
- Menghitung besarnya nilai kuadrat dari selisih antara nilai curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan pada persamaan (3.4)
- Menghitung besarnya nilai standar deviasi (SD) rata-rata dengan persamaan (3.5)
- Menghitung Nilai Koefisien Kemiringan (Cs) dengan persamaan (3.10)

- Menentukan Nilai K dari Cs dengan Melihat Tabel 3.6
- Menghitung Nilai K x SD seperti pada rumus persamaan (3.11)
- Menghitung Nilai Xt dengan rumus persamaan pada (3.12)

4. Intensitas Hujan

Sebelum menganalisis intensitas hujan pada lokasi penelitian, terlebih dahulu menguji distribusi data curah hujan berdasarkan data curah hujan.

- Uji Distribusi Data Curah Hujan

Perhitungan Distribusi Hujan dilakukan menggunakan Metode Hasper-Weduwen dengan menggunakan curah hujan harian maksimum terpilih berdasarkan syarat distribusi hujan.. berikut adalah langkah-langkahnya:

- a. Menentukan curah hujan rencana yang akan dipilih (dilihat dari hasil hitungan Cs dan Ck yang paling mendekati persyaratan) berdasarkan syarat distribusi hujan sebagai berikut:

Tabel 3. 6 Syarat Distribusi Hujan

No.	Jenis Distribusi	Syarat	
1	Gumbel	$Cs \leq 1,1396$	$Ck \leq 5,4002$
2	Log Normal	$Cs=3Cv+Cv^2,$ $Cs \approx 0,8325$	$Ck = 3$
3	Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	$Ck = 1,5 Cs + 3,$ $Ck \approx 3,873$

Sumber: Sri Harto, 1993

$$C_s = \frac{N \cdot \sum (x_i - \bar{x})^3}{(N-1)(N-2)(\sigma_x)^3} \dots\dots\dots (3.14)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - x)^3}{(n-1)(n-2)(n-3)(SD)^4} \dots\dots\dots (3.15)$$

- b. Perhitungan waktu konsentrasi dengan metode *Kirpich*

$$tc = 0,0195 L^{0,77} . S^{-0,385} \dots\dots\dots (3.16)$$

- c. Perhitungan intensitas curah hujan perjam dengan metode Mononobe

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan metode *Mononobe*. Persamaan Intensitas Hujan dengan metode ini dapat dinyatakan dengan :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (3.17)$$

5. Debit Limpasan

Perhitungan debit aliran limpasan menggunakan metode rasional. Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk :

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (3.18)$$

3.3.2 Analisis Saluran Drainase

Saluran drainage berfungsi sebagai penyalur yang mengalirkan atau mengurangi kelebihan air yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan lainnya tidak terganggu.

Analisis saluran drainase pada penelitian ini dimulai dari penentuan titik sampling saluran drainase selanjutnya mencari data panjang saluran drainase pada titik sampling di Dinas Pekerjaan Umum Sleman (Dinas PU) serta mengukur langsung di lapangan untuk mendapatkan lebar dan ketinggian saluran. Kemudian menghitung intensitas hujan, debit limpasan yang terjadi serta debit peresapan dari saluran drainase dengan alas tanah.

Hasil dari debit limpasan dan debit peresap ini akan dibandingkan dengan kondisi eksisting saluran drainase dilokasi serta akan dilakukan perbandingan dengan konsep SUDS dan peraturan yang berlaku. Akan dilakukan analisis dan evaluasi secara teori dan keadaan dilapangan tentang efektifitas dari saluran drainase beralas tanah ini dalam mengurangi genangan di lokasi penelitian. Peraturan yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan analisis dan evaluasi saluran drainase adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 11 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Air Hujan Gedung dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.

3.3.3 Analisis Sistem *Ecodrainage*

Analisis sistem *ecodrainage* dilakukan dengan cara melakukan inventaris terhadap sistem *ecodrainage* yang berada dilokasi penelitian. Sistem *ecodrainage* meliputi sumur resapan, biopori, embung, dan drainase beralas tanah. Inventaris dilakukan untuk mempermudah mengetahui titik koordinat lokasi yang akan digunakan untuk pemetaan, serta melihat langsung kondisi sistem *ecodrainage* secara langsung. Sistem *ecodrainage* akan dievaluasi efektivitasnya dalam mengurangi genangan serta *runoff* yang terjadi dalam area lokasi penelitian. Pengambilan sampling secara acak sesuai daerah yang telah memiliki sistem *ecodrainage* itu sendiri. Perhitungan efektivitas berpedoman pada Peraturan Menteri PU No. 11 Tahun 2014. Berikut perhitungan efektifitas dari sistem *ecodrainage*

a. Sumur Resapan

- Menghitung volume air yang meresap ke dalam tanah selama hujan berlangsung pada daerah penelitian yang akan dievaluasi:

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{24} \cdot A_{total} \cdot K_{rata-rata} \dots \dots \dots (3.20)$$

- Untuk mencari K (koefisien permeabilitas tanah m/hari) ditentukan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 7 Permeabilitas Tanah

Jenis Tanah	Tingkat Permeabilitas	Koefisien Permeabilitas	
		cm/jam	m3/m2/hari
Geluh kelanauan	Sedang	2 - 3,6	0,48 - 0,864
Pasir halus	Agak cepat	3,6 - 36	0,864 - 8,64
Pasir kasar	Cepat	>36	>8,64

Peraturan Menteri PU No. 11 Tahun 2014

- Menghitung efektivitas sumur resapan dalam mengurangi debit banjir:

$$V_{rsp\ total} = n \cdot V_{rsp} \dots \dots \dots (3.21)$$

$$V_{SR} = V_{ab} - V_{rsp\ total} \dots \dots \dots (3.22)$$

b. Biopori

- Menghitung jumlah ideal LRB pada suatu wilayah:

$$Jumlah\ LRB = \frac{Intensitas\ hujan\ (\frac{mm}{jam}) \times luas\ bidang\ kedap\ air\ (m^2)}{Laju\ Resapan\ Air\ Perlubang\ (\frac{liter}{jam})} \dots \dots \dots (3.23)$$

$$\text{Efektivitas LRB} = \text{Laju Resapan Air Perlubang} \left(\frac{\text{liter}}{\text{jam}} \right) \times \text{jumlah LRB} \quad (3.24)$$