

PERHITUNGAN PERENCANAAN SALURAN DRAINASE SEBAGAI UPAYA MITIGASI BANJIR (STUDI KASUS: DUSUN KARANGANYAR, SINDUADI, MLATI, SLEMAN)

Tranggono Aji Satmoko

Staf Pengajar, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen

tranggonoajisatmoko@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerentanan bencana tinggi. Salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia adalah banjir. Tingginya angka banjir di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh perubahan tata guna lahan yang sebelumnya digunakan sebagai daerah peresapan air berubah menjadi lahan pemukiman padat. Salah satunya terjadi di Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati Sleman. Akibat semakin padatnya pemukiman di Dusun Karanganyar, menyebabkan kawasan tersebut sering terjadi banjir. Untuk mengatasi permasalahan banjir tersebut, upaya mitigasi yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan melakukan perencanaan drainase dengan tujuan memberi jalan bagi air untuk dapat mengalir dan/atau meresap ke dalam tanah dan ke saluran pembuangan sesingkat mungkin. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan dimensi drainase rencana sebagai upaya mitigasi banjir di Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman dengan metode kuantitatif yakni dengan melakukan analisis hidrologi dan analisis hidraulika. Hasil dari perencanaan ini menunjukkan bahwasannya kawasan Dusun Karanganyar membutuhkan tiga tiper saluran drainase yakni U-ditch 50x50, buis beton D60, dan buis beton D80.

Kata Kunci : Banjir, Drainase, Mitigasi Banjir

I. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana yang cukup sering terjadi di Indonesia. Banjir merupakan suatu peristiwa berlimpahnya air yang meluap kedaratan yang biasanya kering, disebabkan oleh curah hujan tinggi, lelehan salju, dan lain sebagainya yang menyebabkan air tidak dapat terserap dengan cepat oleh tanah maupun dialirkan kesungai atau saluran pembuangan (Dino, 2023). Tingginya angka banjir di Indonesia salah satunya disebabkan oleh adanya perubahan tata guna lahan yang sebelumnya digunakan sebagai daerah peresapan air namun beralih fungsi menjadi permukiman. Hal ini menyebabkan jalur air untuk kembali meresap ke dalam tanah secara alami berkurang. Penggunaan beton dan aspal sebagai tutupan permukaan tanah menyebabkan kelebihan air yang berada di permukaan tanah memiliki waktu konsentrasi lebih lama untuk kembali meresap dan/atau dialirkan ke dalam tanah maupun menuju saluran terdekat.

Salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan untuk melakukan pencegahan banjir adalah dengan menggunakan saluran drainase (Kementerian PUPR, 2022). Kementerian PUPR (2022) mendefinisikan drainase sebagai suatu rangkaian bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air pada suatu kawasan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Menurut Saidah dkk., (2021) drainase merupakan suatu sistem yang difungsikan untuk menangani masalah air yang berlebih yang tidak diperlukan, baik di atas maupun di dalam tanah.

Saat ini, permasalahan banjir mulai bermunculan akibat adanya perubahan tata guna lahan, salah satunya di Dusun Karanganyar, Kelurahan Sinduadi, Kapanewon Mlati, Kabupaten Sleman. Meskipun di daerah ini sudah terdapat saluran drainase, namun berdasarkan penilaian kinerja drainase oleh BPBD Sleman dirasa masih kurang dalam menampung air. Hal ini dikarenakan kurang lebarnya drainase *existing* dan adanya endapan lumpur yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas drainase. Hal ini menyebabkan perlu dilakukannya perencanaan ulang saluran drainase pada kawasan ini.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas minimum saluran drainase yang dibutuhkan untuk menampung curah hujan di Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman dengan menggunakan analisis hidrologi dan hidraulika.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir

Pusat Penanggulangan Krisis Departemen Kesehatan RI (2007) mendefinisikan banjir sebagai peristiwa terjadinya genangan air di area tertentu akibat meluapnya air yang menimbulkan kerugian baik materi maupun non-materi. Indonesia sendiri memiliki setidaknya 5.000 sungai besar dan kecil dan 30% diantaranya berpotensi banjir dan melalui kawasan padat penduduk.

Pada saat musim penghujan, banjir kerap terjadi di Indonesia. Hal ini menyebabkan berbagai permasalahan baru di masyarakat seperti kerusakan

fasilitas umum, masyarakat harus mengungsi, berbagai masalah kesehatan seperti timbul penyakit kulit dan pencernaan, dan masih banyak lagi (RI, 2007).

2.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan salah satu tahapan penting dalam melakukan perencanaan sistem drainase kawasan. Analisis hidrologi dilakukan untuk mengetahui besaran banjir dengan kala ulang tertentu yang terjadi pada suatu kawasan genangan (Sularso et al., 2021). Adapun tahapan-tahapan analisis hidrologi adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan data curah hujan maksimum tahunan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun pada suatu kawasan dalam periode waktu tertentu yang diukur dalam satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal (Ruhiat, 2022). Untuk memperoleh data curah hujan, dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan dan menggunakan data satelit yang tersedia.

2. Analisis data curah hujan

a. Uji sebaran data

Dalam melaksanakan uji sebaran data, diperlukan parameter-parameter statistik, antara lain rata-rata ($\bar{R}$), simpangan baku (Sb), Koefisien variasi (Cv), Koefisien Skewness (Cs), dan Koefisien Puncak (Ck) dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{n}$$

$$Sb = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Ri - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (Ri - \bar{R})^3}{(n - 1)(n - 2)(Sb^3)}$$

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (Ri - \bar{R})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)(Sb^4)}$$

$$Cv = \frac{Sb}{\bar{R}}$$

Dengan parameter statistik uji sebaran data seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Statistik Uji Sebaran Data

Jenis Distribusi	Persyaratan
Gumbel	Cs = 1.14 Ck = 5.40
Normal	Cs = 0.00 Ck = 3.00
Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3
Log Pearson III	Cs ≠ 0

Sumber: (Triatmodjo, 2019)

b. Uji RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

Merupakan metode statistic yang digunakan untuk menguji konsistensi data deret waktu, khususnya data curah hujan. Dalam melakukan uji RAPS dibutuhkan parameter statistic RAPS (Sk^{**}) dan Nilai kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata (Sk^*) sebagai berikut (Paraga et al., 2020).

$$Sk^* = \sum_{i=1}^n (\bar{R} - Ri)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy}$$

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai Q (nilai maksimum Sk^{**}) dan R (nilai Sk^{**} maksimum – Sk^{**} minimum) yang akan dibandingkan dengan nilai kritis $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$ berdasarkan Tabel 2.

Tabel 1. Nilai Kritis $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$

n	$Q/\sqrt{n}$			$R/\sqrt{n}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.46	1.40	1.50	1.70
40	1.13	1.26	1.50	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.86
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

3. Analisis frekuensi data hujan rencana

Dalam melakukan analisis frekuensi digunakan empat jenis distribusi, yakni Distribusi Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Normal, dan Distribusi Log Pearson III. Adapun rumus perhitungan rencana curah hujan pada periode ulang tertentu (RTr) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Widyawati et al., 2021).

a. Untuk Distribusi Normal dan Gumbel
 $\rightarrow RTr = \bar{R} + KTr \times Sb$

b. Untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson III

$$\rightarrow \log RTr = \overline{\log R} + KTr \times \log Sb$$

Sehingga untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson $\rightarrow RTr = 10^{\log RTr}$

Dimana KTr merupakan standar variable untuk periode ulang tahun.

4. Uji kesesuaian distribusi

Prinsip-prinsip dari uji kesesuaian distribusi dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut.

- Jika nilai $X^2 = 0$, maka tingkat kecocokannya baik. Semakin besar nilai X^2 , semakin kecil tingkat kecocokannya.
- X^2_{kritis} adalah batas dimana sebaran data masih dianggap cocok, umumnya diambil nilai $X^2_{\text{kritis}} = 5\%$.
- Jika nilai $X^2 \leq X^2_{\text{kritis}}$ maka sebaran masih dapat dianggap mewakili distribusi statistik data yang dianalisis.
- Nilai X^2 kritis dapat dicari bergantung dengan derajat kepercayaan (α) Tabel Nilai Kritis untuk Uji Keselarasan Chi-Kuadrat.

Untuk melakukan perhitungan uji kesesuaian distribusi menggunakan metode Chi-Kuadrat, dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Novalisae & Fedinandus, 2020).

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(R_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$Dk = K - (p + 1)$$

Dimana:

R_i = Data hasil pengukuran

E_i = Data hasil hitung dari lengkung kekerapan teoritik

X^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

Dk = Derajak kebebasan

K = jumlah kelas distribusi = 1 + (3.322 log n)

P = Banyak parameter, untuk Chi-Kuadrat adalah 2

- Intensitas curah hujan
Loebis (1992) dalam Asmorowati et.al., (2021), Intensitas hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada satu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi. Perhitungan besar intensitas hujan dapat diperoleh dengan rumus Mononober (Sosrodarsono dan Takeda (1983) dalam (Asmorowati et al., 2021).

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

Dimana:

I = Intensitas hujan rencana rata-rata T jam (mm/jam)

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

T = Durasi hujan (jam)

- Perhitungan volume penampungan air
Perhitungan volume penampungan air hujan berdasarkan Peraturan Menteri PU No 11/PRT/M/2014 dan SNI Perencanaan Sistem Drainase Jalan tahun 2006 (2014).

$$V = 0.855 \times C \text{ tadah} \times A \text{ tadah} \times t_h$$

Dimana:

$C \text{ tadah}$ = Koefisien limpasan penampungan bangunan
 $A \text{ tadah}$ = Luas proyeksi penampang bangunan terhadap bidang horizontal
 t_h = tinggi hujan

- Perhitungan waktu konsentrasi
Waktu konsentrasi merupakan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh dari *catchment area* menuju titik tujuan (Saidah et al., 2021). Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung waktu konsentrasi adalah sebagai berikut.

$$T_c = T_1 + T_2$$

$$T_1 = \left[\left(\frac{2}{3} \right) \times (3,28) \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0.167}$$

$$T_2 = \frac{L}{60v}$$

Dimana:

T_c = Waktu konsentrasi, untuk daerah saluran drainase perkotaan (menit)

T_1 = Waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir melalui permukaan tanah kesaluran terdekat (menit)

T_2 = Waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir di dalam saluran ke tempat yang direncanakan (menit)

L_o = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

nd = Koefisien hambatan

s = kemiringan daerah pengaliran

v = Kecepatan air rata-rata di selokan

- Perhitungan debit banjir rencana
Debit banjir merupakan besarnya debit yang akan terjadi yang disebabkan oleh air hujan. Untuk menentukan debit banjir, dapat dihitung menggunakan metode rasional dan rasional modifikasi (Sipil, 2022).

a. Metode Rasional

Perhitungan debit banjir menggunakan rumus metode rasional sebagai berikut

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

b. Metode Rasional Modifikasi

Perhitungan debit banjir menggunakan rumus rasional modifikasi sebagai berikut.

$$Q = 0.278 \times C \times C_s \times I \times A$$

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_2}$$

Dimana:

- Q

=

Debit banjir (m^3/s)
- C

=

Koefisien pengaliran
- Cs

=

Koefisien penyimpangan
- I

=

Intensitas hujan (mm/jam)
- A

=

Area (m^2)

2.3 Analisis Hidrolika

Tidak kalah penting dengan analisis hidrologi, analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui pola aliran dan dimensi dari saluran drainase rencana (Asmorowati et al., 2021).

2.4 Saluran Drainase

Drainase berarti mengataskan, mengeringkan, atau membuang air merupakan suatu sistem yang difungsikan untuk menangani masalah air yang berlebih yang tidak diperlukan baik yang mengalir di atas permukaan tanah maupun yang di dalam tanah (Saidah et al., 2021). Saluran drainasa dapat difungsikan sebagai sarana sanitasi untuk mencegah terjadinya genangan air yang mengganggu kenyamanan dan kesehatan lingkungan. Selain itu, drainase juga menjadi salah satu alternatif upaya mitigasi banjir.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang peneliti laksanakan berjenis studi kasus di mana peneliti menghitung kebutuhan dimensi saluran drainase di Dusun Karanganyar sebagai bentuk upaya mitigasi banjir.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Dusun Karanganyar, Kelurahan Sinduadi, Kapanewon Mlati, Kabupaten Sleman. Adapun peta lokasi tinjauan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman (Sleman, 2024)

Daerah pengaliran memiliki luas lahan mencapai 43.030 m^2 dengan detail daerah pengairan seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Dimensi Daerah Pengaliran Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman

Nama Jalan	Panjang	Lebar Saluran
	Saluran (m)	(m)
Jl. Alpukat	222	2.7
Jl. Jatingali	150	4.0
Gg. Mangga	139	3.5
Gg. Jambu	70	2.7

Tabel 4. Jenis Tutupan Lahan Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman

Jenis Tutupan Lahan	Luas (m^2)
Bangunan	411551.10
Jalan	1874.90
Total	43.030.00

3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif, yakni dengan melakukan analisis perhitungan hidrologi dan hidrolika dengan menggunakan data curah hujan yang diperoleh dari Satelit Persian yang diakses melalui laman <https://chrsdata.eng.uci.edu/>. Dengan rentang hujan dari bulan Juni 2004 sampai dengan September 2025.

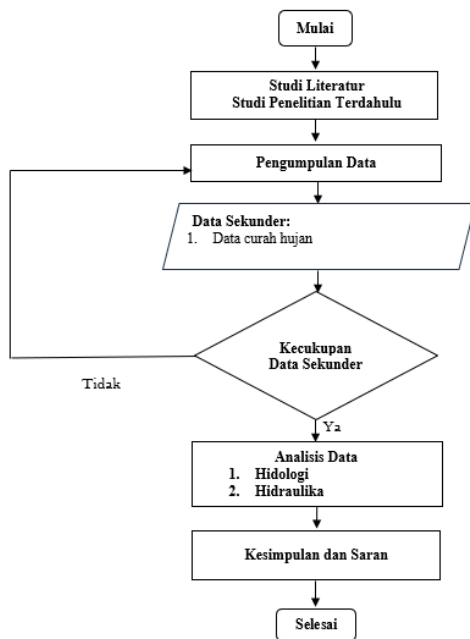
Adapun data hujan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman

No	Tahun	Rmax (mm)
1	2004	72.16
2	2005	64.97
3	2006	78.67
4	2007	93.59
5	2008	58.94
6	2009	132.57
7	2010	90.33
8	2011	56.52
9	2012	70.76
10	2013	54.11
11	2014	77.96
12	2015	63.36
13	2016	62.56
14	2017	100.68
15	2018	67.00
16	2019	79.46
17	2020	77.62
18	2021	74.85
19	2022	51.45
20	2023	30.84
21	2024	48.48

Sumber: (CHRS, 2024)

Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Hidrologi

1. Curah hujan maksimum tahunan
Data curah hujan diperoleh dari data hujan harian melalui satelit persian, kemudian dari seluruh data yang ada diambil nilai curah hujan maksimum tiap tahunnya, sehingga diperoleh data curah hujan maksimum tahunan seperti yang terdapat pada Tabel 5 di atas
2. Analisis data curah hujan
 - a. Uji sebaran data
Dilakukan uji sebaran data curah hujan maksimum tahunan sebagai pendekatan parameter statistik dengan menggunakan beberapa metode yakni normal, gumbel, log normal, dan log pearson III. Diperoleh hasil uji sebaran tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Sebaran Data Curah Hujan Tahunan Maksimal

Tabel 6. Hasil Uji Sebaran Data Curan Hujan Tahunan Maksimal						
No	Metode	Persyaratan		Hasil		Keterangan
1	Gumbel	Cs	1.14	Cs	0.937	tidak memenuhi
		Ck	5.4	Ck	5.656	tidak memenuhi
2	Normal	Cs	0	Cs	0.937	tidak memenuhi
		Ck	3	Ck	5.656	tidak memenuhi
3	Log Pearson	$Cs \neq 0$	0	Cs	-0.873	memenuhi
4	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$	2	Cs	0.0103	tidak memenuhi
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	4	Ck	3.000	tidak memenuhi

b. Uji RAPS

Berdasarkan hasil pengujian RAPS diperoleh nilai $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$ berturut-turut sebesar 0.306 dan 0.482. Nilai tersebut kurang dari 95% nilai probabilitas kritis pada tabel, sehingga data curah hujan tahunan maksimum tersebut dianggap konsisten

3. Analisis frekuensi data hujan rencana
Analisis frekuensi dilakukan terhadap empat jenis distribusi terhadap data hujan rencana yakni distribusi Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson III. Adapun hasil analisis frekuensi data hujan rencana sebagai berikut.

a. Analisis distribusi normal

Untuk menentukan nilai hujan rencananya, diperlukan nilai K_t berdasar variabel reduksi Gauss dapat dilihat pada

Tabel 7 kemudian dapat dihitung nilai R_{Tr} dengan distribusi normal seperti yang terlihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Metode Distribusi Normal – Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	Kt
1	1.001	0.999	-3.05
2	1.250	0.800	-0.84
3	1.670	0.600	-0.25
4	2.500	0.400	0.25
5	2.000	0.500	0
6	5.000	0.200	0.84
7	10.000	0.100	1.28
8	20.000	0.050	1.64
9	50.000	0.020	2.05
10	100.000	0.010	2.33

Tabel 8. Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Normal

Tr Tahun	KTr	RTr m ³ /det
100	2.33	121.48
50	2.05	115.50
25	1.71	108.21
10	1.28	99.07
5	0.854	89.98
2	0	71.76

- b. Analisis distribusi gumbel
Untuk menghitung nilai RTr dengan menggunakan Distribusi Gumbel, diperlukan adanya perhitungan nilai YTr, dimana nilai

$$YTr = -Ln x (-Ln x (\frac{Tr}{1})).$$

Kemudian nilai YTr digunakan untuk menghitung nilai KTr dengan

$$KTr = \frac{YTr - Yn}{Sn}.$$

Nilai Yn (*reduced mean*) dan Sn (*Reduced Standar Deviasi*) dapat diperoleh berdasarkan Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Nilai Yn dan Sn Distribusi Gumbel

N	Yn	Sn
15	0.5128	1.0206
16	0.5157	1.0136
17	0.5181	1.0411
18	0.5202	1.0493
19	0.5220	1.0566
20	0.5235	1.0629
21	0.5252	1.0696

Berdasarkan rumus dan tabel di atas, diperoleh nilai RTr Distribusi Gumbel seperti pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Gumbel

Tr tahun	Ytr	KTr	RTr m ³ /d
100	4.600	3.810	153.05
50	3.902	3.157	139.12
25	3.199	2.499	125.09
10	2.250	1.613	106.17
5	1.500	0.911	91.20
2	0.367	-0.148	68.59

- c. Analisis distribusi log normal
Untuk menghitung nilai RTr Distribusi Log Normal diperlukan nilai variable reduksi Gauss seperti pada Tabel 7. Sehingga diperoleh nilai RTr Distribusi Log Normal seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Log Normal

Tr Tahun	KTr	RTr m ³ /det
100	2.33	138.81
50	2.05	127.59
25	1.71	115.11
10	1.28	101.18
5	0.854	89.00
2	0	68.82

- d. Analisis distribusi log pearson III
Untuk analisis frekuensi Distribusi Log Pearson III diperoleh hasil seperti pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Log Pearson III

Tr Tahun	KTr	RTr m ³ /det
100	2.286	136.97
50	2.025	126.61
25	1.730	115.93
10	1.275	101.04
5	0.844	88.74
2	0.009	69.01

4. Uji kesesuaian distribusi dengan Uji Chi-Kuadrat
Berdasar hasil analisis distribusi sebaran dengan Chi-Kuadrat, diperoleh hasil seperti pada Tabel 13.

Tabel 13. Kesimpulan Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Analisis Frekuensi				
Tr(Thn)	Normal	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III
100	121.48	153.05	138.81	136.97
50	115.50	139.12	127.59	126.61
25	108.21	125.09	115.11	115.93
10	99.07	106.17	101.18	101.04
5	89.98	91.20	89.00	88.74
2	71.76	68.59	68.82	69.01
Uji Kesesuaian Distribusi				
Chi Kuadrat				
Xhitung	5.000	3.286	1.000	14.714
Xkritis	7.815	7.815	7.815	7.815
Kesimpulan	memenuhi	memenuhi	memenuhi	tidak memenuhi

Berdasarkan hasil di atas, digunakan curah hujan rencana dengan perhitungan gumbel karena memiliki nilai paling tinggi di antara distribusi lainnya.

5. Intensitas curah hujan
Berdasarkan persamaan Mononobe diperoleh perhitungan intensitas hujan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun seperti pada Tabel 14.

Tabel 14. Intensitas Curah Hujan Rencana

T	T	Kala Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
menit	jam						
5	0.08	124.6	165.7	192.9	227.3	252.8	278.1
10	0.17	78.5	104.4	121.5	143.2	159.3	175.2
20	0.33	49.4	65.7	76.56	90.2	100.3	110.4
40	0.67	31.2	41.4	48.2	56.8	63.2	69.5
60	1.00	23.8	31.6	36.8	43.4	48.2	53.1
90	1.50	18.1	24.1	28.1	33.1	36.8	40.5
120	2.00	15.0	19.9	23.2	27.3	30.4	33.4
150	2.50	12.9	17.1	20.0	23.5	26.2	28.8
180	3.00	11.4	15.2	17.7	20.9	23.2	25.5
210	3.50	10.3	13.7	16.0	18.8	20.9	23.0
240	4.00	9.44	12.5	14.6	17.2	19.1	21.1
270	4.50	8.72	11.6	13.5	15.9	17.7	19.5
300	5.00	8.13	10.8	12.6	14.8	16.5	18.2
330	5.50	7.63	10.2	11.8	13.9	15.5	17.0
360	6.00	7.20	9.58	11.2	13.1	14.6	16.1
390	6.50	6.83	9.08	10.6	12.5	13.9	15.2
420	7.00	6.50	8.64	10.1	11.9	13.2	14.5
450	7.50	6.21	8.25	9.61	11.3	12.6	13.9
480	8.00	5.94	7.90	9.20	10.8	12.1	13.3
510	8.50	5.71	7.59	8.84	10.4	11.6	12.7
540	9.00	5.50	7.31	8.51	10.0	11.2	12.3
570	9.50	5.30	7.05	8.21	9.67	10.8	11.8
600	10.00	5.12	6.81	7.93	9.34	10.4	11.4
630	10.50	4.96	6.59	7.68	9.04	10.1	11.1
660	11.00	4.81	6.39	7.44	8.77	9.75	10.7
690	11.50	4.67	6.21	7.22	8.51	9.47	10.4
720	12.00	4.54	6.03	7.02	8.27	9.20	10.1

6. Volume penampungan air hujan
Hasil perhitungan volume penampungan air hujan di Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman diperoleh seperti pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Volume Penampungan Air Hujan Pedukuhan Karanganyar, Sinduadi, Sleman

Area tutupan	Luas (m ²)	C tadah	th (m)	total volume (m ³)
Luas Atap (bangunan)	41155.1	0.7	0.091	2246.426
Jalan	1874.9	0.7	0.091	102.340
Total Area	43030			2348.766

7. Perhitungan waktu konsntrasi
Asumsi-asumsi yang digunakan dalam menghitung waktu konsentrasi di daerah tinjauan dapat dilihat pada Tabel 16 dan hasil perhitungan waktu konsentrasi pada Tabel 17.

Tabel 17. Asumsi untuk Menghitung Waktu Konsentrasi Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman

Asumsi		
koef. Hambatan jalan aspal	0.013	
koef. Hambatan rumah	0.013	
koef. Hambatan taman	0.4	
kemiringan daerah pengaliran	3%	
kemiringan eksisting	1.58%	
Saluran dengan u-ditch, kecepatan aliran	1.5	m/s
daerah dianggap 1 garis lurus	700	Km
El. Tertinggi	3.5	M
El. Terendah	0	M
Lebar Jalan		
Jl. Jati Ngali	4	M
Jl. Alpukat	2.7	M
Gg. Mangga	3.5	M
Gg. Jambu	2.7	M
Panjang Jalan		
Jl. Jati Ngali	150	M
Jl. Alpukat	222	M
Gg. Mangga	139	M
Gg. Jambu	70	M

8. Perhitungan debit banjir
Debit banjir dihitung dengan menggunakan metode rasional. Diperoleh hasil pada Tabel 18.

4.2 Analisis Data Hidraulika

- Perhitungan dimensi drainase
Dilakukan perencanaan sistem drainase dengan menggunakan tiga jenis bentuk dan ukuran, antara lain U-ditch 50 x 50, buis beton D60, dan buis beton D80. Diperoleh hasil analisis dimensi drainase pada Tabel 19 dan Tabel 20.
- Perhitungan kapasitas buis beton drainase
Mutu beton yang digunakan untuk buis beton adalah K200 atau sama dengan 16.6 MPa dengan beban rencana merupakan beban titik seberat 5 Ton atau sama dengan 49.05 kN.

Faktor aman yang digunakan adalah 1.5.

- Buis beton D60
Adapun dimensi dari buis beton D60 adalah sebagai berikut.
D dalam (D1) = 0.6 m
Tebal = 0.1 m
D luar (D2) = 0.8 m
a. Menghitung luas penampang efektif

$$A = \frac{\pi}{4} \times (D2^2 - D1^2)$$

Berdasarkan rumus tersebut diperoleh
luas penampang efektif 0.22 m².

b. Menghitung tegangan akibat beban 5 ton

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Tabel 17. Waktu Konsentrasi Drainase Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman

Area	Bagian	Lebar (Lo)	Panjang Saluran	Koef			T1	T2	Tc	Total Tc
		m	m	nd	s	v				
Jl. Alpukat (00 - 68)	badan jalan	2.7	68	0.13	3%	1.5	1.28	0.76	2.04	5.151
	rumah	75	68	0.13	1.58%	1.5	2.36	0.76	3.11	
Jl. Alpukat (68 - 143)	badan jalan	2.7	75	0.13	3%	1.5	1.28	0.83	2.12	5.306
	rumah	75	75	0.13	1.58%	1.5	2.36	0.83	3.19	
Jl. Alpukat 3 (143 - 169)	badan jalan	2.7	26	0.13	3%	1.5	1.28	0.29	1.57	4.217
	rumah	75	26	0.13	1.58%	1.5	2.36	0.29	2.65	
Jl. Alpukat 3 (169 - 222)	badan jalan	2.7	53	0.13	3%	1.5	1.28	0.59	1.87	4.817
	rumah	75	53	0.13	1.58%	1.5	2.36	0.59	2.95	
Jl. Jati Ngali (Atas)	badan jalan	4	150	0.13	3%	1.5	1.37	1.67	3.04	7.027
	rumah	69	150	0.13	1.58%	1.5	2.32	1.67	3.99	
Gg. Mangga (kiri)	badan jalan	3.5	139	0.13	3%	1.5	1.34	1.54	2.88	6.758
	rumah	70	139	0.13	1.58%	1.5	2.33	1.54	3.87	
Gg. Jambu (Atas)	badan jalan	2.7	70	0.13	3%	1.5	1.28	0.78	2.06	5.454
	rumah	140	70	0.13	1.58%	1.5	2.62	0.78	3.39	

Tabel 18. Debit Banjir Pedukuhan Karanganyar, Sinduadi, Sleman

Area	Bagian	Lebar (Lo)	Panjang Saluran	Luas DAS km ²	Koef				T1	T2	Tc	Total Tc	Cs	Hujan rencana R10 mm	Intensitas Hujan mm/jam	Debit m ³ /det
		m			nd	s	v	c								
Jl. Alpukat (00 - 68)	badan jalan	2.7	68	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.2	0.7	2.0	5.15	0.87	106.17	189.15	0.17
	pemukiman	75	68	0.00	0.1	1.58	1.5	0.7	2.3	0.7	3.1					
	badan jalan	2.7	75	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.2	0.8	2.1	5.31	0.86	106.17	185.43	0.18
Jl. Alpukat (68 - 143)	pemukiman	75	75	0.00	0.1	1.58	1.5	0.7	2.3	0.8	3.1					
	badan jalan	2.7	26	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.2	0.2	1.5	4.22	0.94	106.17	216.11	0.08
	pemukiman	75	26	0.00	0.1	1.58	1.5	0.7	2.3	0.2	2.6					
Jl. Alpukat 3 (143 - 169)	badan jalan	2.7	53	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.2	0.5	1.8	4.82	0.89	106.17	197.77	0.14
	pemukiman	75	53	0.00	0.1	1.58	1.5	0.7	2.3	0.5	2.9					
	badan jalan	2.7	70	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.3	1.6	3.0	7.03	0.81	106.17	153.76	0.26
Jl. Jati Ngali (Atas)	pemukiman	69	150	0.00	0.1	1.58	1.5	0.7	2.3	1.6	3.9					
	badan jalan	3.5	139	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.3	1.5	2.8	6.76	0.81	106.17	157.82	0.26
	pemukiman	70	139	0.00	0.1	1.58	1.5	0.7	2.3	1.5	3.8					
Gg. Mangga (kiri)	badan jalan	2.7	70	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.2	0.7	2.0	5.45	0.88	106.17	182.07	0.31
	pemukiman	140	70	0.00	0.1	1.58	1.5	0.7	2.6	0.7	3.3					
	badan jalan	2.7	70	0.00	0.1	3.00	1.5	0.7	1.2	0.7	2.0					

Tabel 19. Perhitungan Dimensi Drainase Saluran Terbuka

Saluran	Panjang Saluran	Q10	Dimensi Saluran						Kapasitas Saluran						Tipe Saluran
			B (m)	h (m)	luas	keliling basah	R (luas/kel. basah)	sloopp	n	v (m/s)	v ijin (m/s)	v < v ijin	Qsal	Q10<Qsal	
Jl. Jati Ngali	150	0.26	0.5	0.5	0.25	1.5	0.167	0.30%	0.013	1.276	1.5	ok	0.319	ok	U-ditch 50x50
Jl. Mangga	139	0.26	0.5	0.5	0.25	1.5	0.167	0.30%	0.013	1.276	2.5	ok	0.319	ok	U-ditch 50x50

Tabel 20. Perhitungan Dimensi Drainase Saluran Tertutup

Saluran	Panjang Saluran	Dimensi Saluran							Kapasitas Saluran							Tipe Saluran
		Q10	Diameter	Tinggi muka air	te ta	luas	keliling basah	R (luas/kel. basah)	sloopp	n	v (m/s)	v ijin (m/s)	v < v ijin	Qsal	Q10< Qsal	
Jl. Alpukat (00 - 68)	68	0.17	0.6	0.3	1	0.281	1.88	0.15	0.30%	0.013	1.189	1.5	ok	0.268	ok	D60
Jl. Alpukat (68 - 143)	75	0.18	0.6	0.3	1	0.281	1.88	0.15	0.30%	0.013	1.189	1.5	ok	0.268	ok	D60
Jl. Alpukat 3 (143 - 169)	26	0.08	0.6	0.3	1	0.281	1.88	0.15	0.30%	0.013	1.189	1.5	ok	0.268	ok	D60
Jl. Alpukat 3 (169 - 222)	53	0.14	0.6	0.3	1	0.281	1.88	0.15	0.30%	0.013	1.189	1.5	ok	0.268	ok	D60
Jl. Jambu	70	0.31	0.8	0.4	1	0.500	2.50	0.2	0.30%	0.013	1.441	1.5	ok	0.576	ok	D80

Sehingga diperoleh tegangan sebesar 222.955 kN/m² dengan tegangan maksimum sebesar 16.600 kN/m² dengan tegangan izin sebesar 11.066,67 kN/m². Berdasarkan perhitungan tersebut, buis beton D60 dengan K200 dapat menahan beban titik seberat 5 Ton.

2. Buis beton D60
- Adapun dimensi dari buis beton D60 adalah sebagai berikut.
- D dalam (D1) = 0.8 m
- Tebal = 0.1 m
- D luar (D2) = 1.0 m
- a. Menghitung luas penampang efektif
- $$A = \frac{\pi}{4} \times (D2^2 - D1^2)$$
- Berdasarkan rumus tersebut diperoleh luas penampang efektif 0.28 m².
- b. Menghitung tegangan akibat beban 5 Ton
- $$\sigma = \frac{P}{A}$$
- Sehingga diperoleh tegangan sebesar 173.409 kN/m² dengan tegangan maksimum sebesar 16.600 kN/m² dengan tegangan izin sebesar 11.066,67 kN/m². Berdasarkan perhitungan tersebut, buis beton D80 dengan K200 dapat menahan beban titik seberat 5 Ton.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwasannya Dusun Karanganyar, Sinduadi, Mlati, Sleman membutuhkan drainase dengan

bentuk dan kapasitas menampung debit banjir sebagai berikut: U-ditch 50x50 (0.319 m³/det), Buis Beton D60 (0.278 m³/det), dan Buis Beton D80 (0.576 m³/det) untuk dapat menampung debit banjir rencana pada kawasan tersebut. Drainase yang direncanakan dapat menahan beban seberat 5 Ton dengan mutu K200.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., A., R. M., Nadya, E., Nugroho, M. W., & India. (2021). *Buku ajar drainase perkotaan*.

[2]. CHRS. (2024). *CHRS Data Portal*. University of California, Irvine. <https://chrsdata.eng.uci.edu/>

[3]. Dino. (2023). *Banjir: Pengertian, Penyebab, dan Dampaknya - BPBD Provinsi Jawa Timur*. BPBD Jatim. <https://web.bpbd.jatimprov.go.id/2023/10/19/banjir-pengertian-penyebab-dan-dampaknya/>

[4]. Kementerian PUPR. (2014). *Peraturan Menteri PUPR No. 11/PRT/M/2014: Pengelolaan Air Hujan pada bangunan Gedung dan Persilnya*. Peraturan Menteri PUPR No. 11/PRT/M/2014, 15.

[5]. Kementerian PUPR. (2022). *Buku Saku Petunjuk Konstruksi Drainase Dan Irigasi 2022*. Kementerian PUPR.

[6]. Novalisae, & Fedinandus. (2020). *Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Curah Hujan Pada PT XYZ (Fitting Test Of Rain Frequency Distribution In PT XYZ)*. Jurnal Teknik Pertambangan (JTP), XX(2), 106–113.

[7]. Paraga, D. B., Nurhayati,), & Yulianto, E. (2020). *Uji Konsistensi Data Hujan Dari Stasiun Hujan yang Berpengaruh di Wilayah Kota Pontianak*.

- JeLAST J. Elektron. Laut, Sipil, Tambang, 7(3), 1–6.
- [8]. RI, P. P. K. D. K. (2007). *Penanggulangan Masalah Kesehatan akibat Bencana Banjir bagi pengelola tingkat Kabupaten/Kota*. In Pusat Penanggulangan Krisis Departemen Kesehatan RI.
- [9]. Ruhiat, D. (2022). *Implementasi Distribusi Peluang Gumbel Untuk Analisis Data Curah Hujan Rencana*. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(1), 213. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.7137>
- [10]. Saidah, H., Nur, nur khaeerat, Rangan, Parea Rusan, Mukrim, Muhammad Ihsam, Tamrin, Tumpu, M., Nanda, A. rakhim, Jamal, M., Mansida, A., & Sindagamanik, fenti daud. (2021). *Drainase Perkotaan* (R. Watrianthos (ed.)). Yayasan Kita Menulis.
- [11]. Sipil, E. D. A. N. (2022). *Analisis perhitungan debit banjir rencana di bendung karet*. 03(01).
- [12]. Sleman, D. P. K. (2024). *Penyusunan Dokumen Teknis Penataan Lingkungan (DTPL) Kawasan Kumuh Perkotaan*.
- [13]. Sularso, Octavianus, & Suryono. (2021). *Mitigasi risiko bencana banjir di Manado*. *Jurnal Spasial*, 8(2), 267–274.
- [14]. Triatmodjo, B. (2019). *Hidrologi Terapan* (7th ed.). Beta Offset Yogyakarta.
- [15]. Widyawati, W., Yuniarti, D., & Goejantoro, R. (2021). *Analisis Distribusi Frekuensi dan Periode Ulang Hujan*. *Ekspensial*, 11(1), 65. <https://doi.org/10.30872/ekspensial.v11i1.646>