

TINJAUAN PERENCANAAN DRAINASE KALI GAJAH

PUTIH KODIA SURAKARTA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya
pada program D-III Teknik Sipil Infrastruktur Perkotaan Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik – Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dikerjakan

RENDY MOHAMMAD

NIM: I 8705022

PROGRAM D3 TEKNIK SIPIL INFRASTRUKTUR PERKOTAAN

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2008

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air sangat vital kedudukannya dalam kebutuhan hidup manusia. Tanpa pengaturan yang baik, air akan berubah menjadi gangguan atau bencana yang merugikan manusia. Salah satu gangguan yang sering timbul adalah permasalahan pada saluran drainase. Drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu drainage yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun kelebihan irigasi dari suatu kawasan atau lahan. Jika penanganan drainase kurang baik, maka akan mengakibatkan tergenangnya daerah sekitar saluran drainase.

Tergenangnya daerah sekitar saluran drainase disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah air yang mengalir di saluran drainase melebihi kapasitas tampungan saluran sehingga air meluap dan akhirnya menimbulkan genangan di daerah sekitarnya. Sungai Kali Gajah Putih yang berlokasi di Desa Sumber kodia Surakarta adalah sungai sebagai salah satu pertumbuhan fisik dalam suatu wilayah yang merupakan kebutuhan dasar manusia yang dapat berfungsi sebagai sarana produksi keluarga, merupakan titik strategis dalam pembangunan manusia seutuhnya. Oleh karena itu, perencanaan sistem drainase dalam Sungai Gajah Putih perlu mendapat perhatian yang penting guna terhindar dari bencana banjir atau genangan air hujan, serta mendukung kehidupan manusia yang hidup bermukim di sekitar wilayah sungai tersebut dengan nyaman, sehat dan dapat berinteraksi satu dengan lainnya dalam mempertahankan kehidupannya.

1.2. Rumusan masalah

Masalah yang dapat dirumuskan dari latar belakang masalah di atas adalah :

Bagaimana kinerja sistem drainase pada Kali Gajah Putih Sumber Surakarta ?

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Selain itu, drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah. Jadi drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah.

Sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu hujan, air yang mengalir di permukaan di usahakan secepatnya di buang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas dan bahkan dapat menimbulkan kerugian (R. J. kodoatie, 2005).

Adapun fungsi drainase menurut R. J. Kodoatie adalah:

- Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat dari permukiman) dari genangan air, erosi, dan banjir.
- Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
- Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.
- Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya.

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

Bangunan dari system drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (interceptor drain), saluran pengumpul (collector drain), saluran pembawa (conveyor drain), saluran induk (main drain), dan badan air penerima (receiving waters).

Menurut R. J. Kodoatie sistem jaringan drainase di dalam wilayah kota dibagi atas 2 (dua) bagian yaitu :

- Sistem drainase mayor adalah sistem saluran yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (Catchment area). Biasanya sistem ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer.
- Sistem drainase minor adalah sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan dimana sebagian besar di dalam wilayah kota, contohnya seperti saluran atau selokan air hujan di sekitar bangunan. Dari segi konstruksinya sistem ini dapat dibedakan menjadi system saluran tertutup dan system saluran terbuka.

2.1.2. Perencanaan Saluran Drainase

Saluran drainase harus direncanakan untuk dapat melewati debit rencana dengan aman. Perencanaan teknis saluran drainase menurut Suripin mengikuti tahapan-tahapan meliputi: menentukan debit rencana, menentukan jalur saluran, merencanakan profil memanjang saluran, merencanakan penampang melintang saluran, mengatur dan merencanakan bangunan-bangunan serta fasilitas sistem drainase.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Debit Hujan

Perhitungan debit hujan untuk saluran drainase di daerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional atau hidrogaf satuan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik periode ulang dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain.

Tabel 2.1 Kriteria desain hidrologi system drainase perkotaan

Luas Das (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit hujan
<10	2	Rasional
10-11	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrogaf satuan

(Sumber: Suripin, 2004)

2.2.1.1. Periode ulang dan Analisis Frekuensi

Periode ulang adalah waktu perkiraan dimana hujan dengan satuan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit hujan untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai. Dengan memilih debit dengan periode ulang yang panjang berarti debit hujan besar, kemungkinan terjadinya resiko kerusakan menjadi menurun, namun biaya konstruksi untuk menampung debit yang besar meningkat. Sebaliknya debit dengan periode ulang yang terlalu kecil dapat menurunkan biaya konstruksi, tetapi meningkatkan resiko kerusakan akibat banjir. Sedangkan frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak di gunakan dalam bidang hidrologi, antara lain:

- Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Secara sederhana, persamaan distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.1)$$

Dimana :

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

\bar{X} = nilai rata – rata variant

S = deviasi standar nilai variant

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang

Nilai K_T dapat dilihat pada table nilai variable reduksi Gauss.

No	Periode Ulang	Peluang	K_T
----	---------------	---------	-------

10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25

(Sumber: Bonnier, 1980 dalam Suripin, 2004)

- Distribusi log Normal

Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal dapat ditulis dengan:

$$Y_T = Y \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

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

$$Y_T = \text{Log } X$$

Y = nilai rata-rata hitung variant

S = deviasi standar nilai variant

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai K_T dapat dilihat pada table nilai variable reduksi Gauss.

- Distribusi Log Person III

Persamaan distribusi Log-Person III hampir sama dengan persamaan distribusi Log normal, yaitu sama – sama mengkonversi ke dalam bentuk logaritma.

$$Y_T = Y \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana besarnya nilai K_T tergantung dari koefisien kemencengan G . Tabel 2.3 memperhatikan harga K_T untuk berbagai nilai kemencengan G . jika nilai G sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi log normal.

Tabel 21.3 Nilai K_T untuk distribusi log Person III

Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	1,0101	1,250	2	5	10	25	50	100
		0						
	Persentase peluang terlampaui							
	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	2,892	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
Koef.	Interval kejadian (periode ulang)							
G	1,0101	1,250	2	5	10	25	50	100
		0						
	Persentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905

-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber: Suripin, 2004)

- Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut :

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kawasan Sungai Kali Gajah Putih kecamatan Sumber Surakarta waktu penelitian dilaksanakan pada bulan april 2008.

3.2. Obyek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah:

Saluran drainase yang terdapat pada kawasan Sungai Kali Gajah Putih yang sesuai dengan site plan yang telah direncanakan sebelumnya.

3.3. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, langkah-langkah penelitian ini adalah:

- permohonan ijin
- mencari data atau informasi
- mengolah data
- penyusunan laporan

3.3.1. Permohonan Ijin

Permohonan ijin ditujukan kepada DPU selaku pengawas Sungai Kali Gajah Putih supaya mendapatkan surat jalan untuk mencari data yang diperlukan di lokasi. Selanjutnya permohonan ijin di tujukan kepada masyarakat setempat di kawasan sungai tersebut untuk memperoleh data yang diperlukan.

3.3.2. Mencari data atau informasi

3.3.2.1 tahap persiapan

Tahap dimaksudkan untuk mempermudah jalannya penelitian, seperti pengumpulan data. Analisis, dan penyusunan laporan. Tahap persiapan meliputi:

- Studi pustaka

Studi pustaka dimaksudkan untuk mendapatkan arahan dan wawasan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian.

- Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui dimana lokasi atau tempat dilakukannya pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan penelitian.

3.3.2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data yang dimiliki oleh DPU selaku pengawas Sungai Kali Gajah Putih serta pengukuran langsung di lapangan sebagai pembandingan dan pelengkap.

Data atau informasi yang digunakan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

- Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari DPU dan data tambahan lainnya tanpa pengukuran langsung di lapangan. Data sekunder meliputi :

- ❖ Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan selama 22 tahun dari tahun 1985 hingga tahun 2006. data curah hujan maksimum harian dari stasiun terdekat, yang terletak di sekitar lokasi perumahan. Data hujan yang diambil adalah hujan terbesar pada setiap tahun pengamatan dengan koefisien 0,37;0,32;0,31. Data tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tahun	Sta 1 (mm) C = 0,37	Sta 2 (mm) C = 0,32	Sta 3 (mm) C = 0,31
1985	179	192	147
1986	147	152	158
1987	116	136	131
1988	150	50	149

1989	320	79	234
1990	85	151	162
1991	161	171	182
1992	152	154	179
1993	234	158	152
1994	152	158	149
1995	141	121	114
1996	121	114	104
1997	162	192	185
1998	192	175	179
1999	122	117	179
2000	172	150	167
2001	162	150	116
2002	142	140	114
2003	132	140	103
2004	110	92	84
2005	104	105	111
2006	121	115	132

- Data Primer

Data primer diperoleh melalui survey nyata langsung di lapangan, antara lain :

❖ Data saluran drainase

pengumpulan data saluran drainase di Sungai Kali Gajah Putih dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Pada saluran drainase yang diamati sepanjang saluran blok 3.1, 3.2, 3.3. Saluran berbentuk trapesium dengan kedalaman (h) 1 m, lebar dasar (b) 3.60 m, dan lebar atas 5,2 m. Saluran tersebut terbuat dari pasangan batu disemen, sehingga sesuai dengan table 2.10 nilai koefisien manning (n) adalah 0,025. kemiringan dasar saluran adalah (so) adalah 3m.

3.3.2.3. Peralatan yang digunakan

Untuk mempermudah dalam memperoleh data di lapangan, diperlukan peralatan penunjang. Peralatan yang digunakan meliputi :

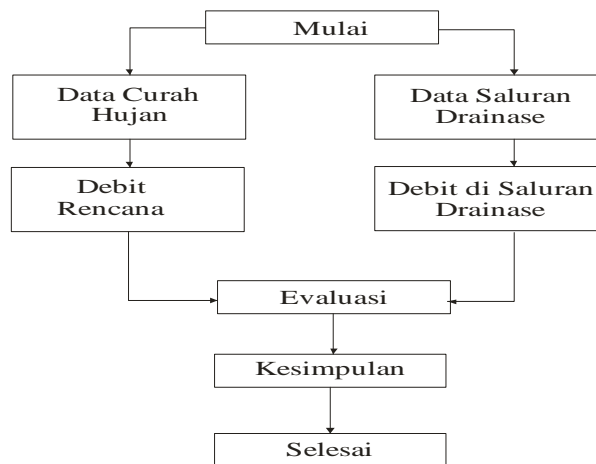
- Selang : alat ini digunakan dalam pengukuran kemiringan saluran drainase di perumahan.
- Roll meter : alat ini digunakan dalam pengukuran panjang dan dimensi saluran drainase.

3.3.3. Mengolah Data

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut. Pada tahap mengolah atau menganalisis data dilakukan dengan menghitung data yang ada dengan rumus yang sesuai.

Hasil dari suatu pengolahan data digunakan kembali sebagai data untuk menganalisis yang lainnya dan berlanjut seterusnya sampai mendapatkan hasil akhir tentang kinerja saluran drainase tersebut.

Adapun urutan dalam analisis data dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :



Gambar 3.2 Diagram alir analisis data

3.3.4. Penyusunan laporan

Seluruh data atau informasi primer maupun sekunder yang telah terkumpul kemudian diolah atau dianalisis dan disusun untuk mendapatkan hasil akhir yang dapat memberikan solusi atas kinerja saluran drainase yang ada pada Sungai Kali Gajah Putih.

Studi pustaka dimaksudkan untuk mendapatkan arahan dan wawasan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian.

- Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui dimana lokasi atau tempat dilakukannya pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan penelitian.

3.3.2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data yang dimiliki oleh DPU selaku pengawas Sungai Gajah Putih serta pengukuran langsung di lapangan sebagai pembandingan dan pelengkap.

Data atau informasi yang digunakan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

- Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari DPU dan data tambahan lainnya tanpa pengukuran langsung di lapangan. Data sekunder meliputi :

- ❖ Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan selama 22 tahun dari tahun 1985 hingga tahun 2006. data curah hujan maksimum harian dari stasiun terdekat, yang terletak di sekitar lokasi perumahan. Data hujan yang diambil adalah hujan terbesar pada setiap tahun pengamatan dengan koefisien 0,37;0,32;0,31. data tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tahun	Sta 1 (mm)	Sta 2 (mm)	Sta 3 (mm)
	C = 0,37	C = 0,32	C = 0,31

1985	179	192	147
1986	147	152	158
1987	116	136	131
1988	150	50	149
1989	320	79	234
1990	85	151	162
1991	161	171	182
1992	152	154	179
1993	234	158	152
1994	152	158	149
1995	141	121	114
1996	121	114	104
1997	162	192	185
1998	192	175	179
1999	122	117	179
2000	172	150	167
2001	162	150	116
2002	142	140	114
2003	132	140	103
2004	110	92	84
2005	104	105	111
2006	121	115	132

- Data Primer

Data primer diperoleh melalui survey nyata langsung di lapangan, antara lain :

❖ Data saluran drainase

pengumpulan data saluran drainase di Sungai Kali Gajah Putih dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Pada saluran drainase yang diamati sepanjang saluran blok 3.1, 3.2, 3.3. Saluran berbentuk trapesium dengan kedalaman (h) 1

m, lebar dasar (b) 3.60 m, dan lebar atas 5,2 m. Saluran tersebut terbuat dari pasangan batu disemen, sehingga sesuai dengan table 2.10 nilai koefisien manning (n) adalah 0,025. kemiringan dasar saluran adalah (m) adalah 3.

3.3.2.3. Peralatan yang digunakan

Untuk mempermudah dalam memperoleh data di lapangan, diperlukan peralatan penunjang. Peralatan yang digunakan meliputi :

- Selang : alat ini digunakan dalam pengukuran kemiringan saluran drainase di perumahan.
- Roll meter : alat ini digunakan dalam pengukuran panjang dan dimensi saluran drainase.

3.3.3. Mengolah Data

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut. Pada tahap mengolah atau menganalisis data dilakukan dengan menghitung data yang ada dengan rumus yang sesuai.

Hasil dari suatu pengolahan data digunakan kembali sebagai data untuk menganalisis yang lainnya dan berlanjut seterusnya sampai mendapatkan hasil akhir tentang kinerja saluran drainase tersebut.

3.3.4. Penyusunan laporan

Seluruh data atau informasi primer maupun sekunder yang telah terkumpul kemudian diolah atau dianalisis dan disusun untuk mendapatkan hasil akhir yang dapat memberikan solusi atas kinerja saluran

BAB 4
PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengolahan data

4.1.1. Pengolahan Data Curah Hujan

Dari data curah hujan yang didapat, kemudian dicari hujan maksimum harian rata-rata pada setiap tahunnya. Contoh perhitungan pada tahun 1985:

$$\begin{aligned} \text{Hujan maksimum rata-rata} &= (179 \times 0,37) + (192 \times 0,32) + (174 \times 0,31) \\ &= 173,24 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Rekapitulasi hujan maksimum harian rata-rata

Tahun	Sta 1 (mm) C = 0,37	Sta 2 (mm) C = 0,32	Sta 3 (mm) C = 0,31	Hujan maksimum harian rata-rata (mm)
1988	179	192	147	173.24
1989	147	152	158	152.01
1990	116	136	131	127.05
1991	150	50	149	117.69
1992	320	79	234	216.22
1993	85	151	162	129.99
1994	161	171	182	170.71
1995	152	154	179	161.01
1996	234	158	152	184.26
1997	152	158	149	152.99
1998	141	121	114	126.23
1999	121	114	104	113.49
2000	162	192	105	178.73
2001	192	175	23	182.53
2002	122	117	179	138.07

2003	172	150	167	163.41
2004	162	150	116	143.9
2005	142	140	114	132.68
2006	132	140	103	125.57
2007	110	92	84	96.18
2008	104	105	111	106.49
2009	121	115	132	122.49

Untuk menentukan distribusi frekuensi yang akan digunakan dalam menganalisis probabilitas data hujan, diperlukan pendekatan dengan parameter-parameter statistik pada persamaan 2.6 sampai dengan persamaan 2. 10.

Tabel 4.2 Perhitungan parameter statistik

No	X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	216.22	70.08636364	4912.098368	344271.1124	24128710.3
2	184.26	38.12636364	1453.619604	55421.22962	2113009.95
3	182.53	36.39636364	1324.695286	48214.09133	1754817.60
4	178.73	32.59636364	1062.522922	34634.38355	1128954.96
5	173.24	27.10636364	734.7549496	19916.53485	539864.835
6	170.71	24.57636364	603.9976496	14844.06587	364813.160
7	163.41	17.27636364	298.4727405	5156.5236	89085.9768
8	161.01	14.87636364	221.306195	3292.231432	48976.4319
9	152.99	6.856363636	47.00972231	322.3157506	2209.91399

10	152.01	5.876363636	34.53164959	202.9205299	1192.43482 3
11	143.9	-2.233636364	4.989131405	- 11.14390533	24.8914321 8
12	138.07	-8.063636364	65.0222314	- 524.3156296	4227.89057 7
13	132.68	-13.45363636	181.0003314	-2435.11264	32761.1199 7
14	129.99	-16.14363636	260.616995	- 4207.305998	67921.2181
15	127.05	-19.08363636	364.1851769	- 6949.977484	132630.843
16	126.23	-19.90363636	396.1547405	- 7884.919899	156938.578 4
17	125.57	-20.56363636	422.8631405	- 8695.603853	178813.235 6
18	122.49	-23.64363636	559.0215405	- 13217.30202	312505.082 7
19	117.69	-28.44363636	809.0404496	- 23012.05235	654546.449 1
20	113.49	-32.64363636	1065.606995	- 34785.28725	1135518.26 8
21	106.49	-39.64363636	1571.617904	- 62304.64869	2469982.83 7
22	96.18	-49.95363636	2495.365786	- 124652.5951	6226850.40 6
Jumlah	3214.94		18888.49351	237595.1442	41544356.4 6

$$\text{Rata - rata } (\bar{X}) = \frac{3214.94}{22}$$

$$= 146.13$$

$$\begin{aligned} \text{Simpangan baku (Sd)} &= \sqrt{\frac{1888.49351}{22-1}} \\ &= 29.99087 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien variasi (Cv)} = \frac{29.99087}{146.13} = 0.2052$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien skewness (Cs)} &= \frac{22 \times 237595.1442}{(22-1) \times (22-2) \times 29.99087^3} \\ &= \frac{5227093.172}{11329649.73} \\ &= 0,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien ketajaman (Ck)} &= \frac{17^2 \times 41544356.46}{(17-1) \times (17-2) \times (17-3) \times 29.99087^4} \\ &= 4,417 \end{aligned}$$

No	Tahun	X	Y = log X	(Y - \bar{Y})	(Y - \bar{Y}) ²
1	1989	216.22	2.3349	0.1788	0.0320
2	1993	184.26	2.2654	0.1093	0.0119
3	1998	182.53	2.2613	0.1052	0.0111
4	1997	178.73	2.2522	0.0961	0.0092
5	1985	173.24	2.2386	0.0825	0.0068
6	1991	170.71	2.2322	0.0761	0.0058
7	2000	163.41	2.2133	0.0572	0.0033
8	1992	161.01	2.2068	0.0507	0.0026
9	1994	152.99	2.1847	0.0285	0.0008
10	1986	152.01	2.1819	0.0258	0.0007
11	2001	143.9	2.1581	0.0019	3.7874
12	1999	138.07	2.1401	-0.0160	0.0002
13	2002	132.68	2.1228	-0.0333	0.0011
14	1990	129.99	2.1139	-0.0422	0.0018
15	1987	127.05	2.1040	-0.0521	0.0027

16	1995	126.23	2.1012	-0.0549	0.0030
17	2003	125.57	2.0989	-0.0572	0.0033
18	2006	122.49	2.0881	-0.0680	0.0046
19	1988	117.69	2.0707	-0.0854	0.0073
20	1996	113.49	2.0550	-0.1012	0.0102
21	2005	106.49	2.0273	-0.1288	0.0166
22	2004	96.18	1.9830	-0.1730	0.0299
Jumlah		3214.94	47.4345		0.1650

$$\bar{Y} = \frac{47.4345}{22}$$

$$= 2.1561$$

$$S_y = \sqrt{\frac{0.1650}{22-1}}$$

$$= 0,0886$$

Dari persamaan 2.2 serta harga variabel reduksi Gauss dalam tabel 2.2 dapat dihitung dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut:

$$T_2 = \text{Log } X_2 = 2.1561 + 0 \times 0.0886$$

$$\text{Log } X_2 = 2.1561$$

$$X_2 = 143.2518$$

Selanjutnya hasil perhitungan dengan periode ulang yang lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.4 Hasil perhitungan data hujan dengan distribusi log normal

Periode Ulang	\bar{Y}	K_T	S_y	$Y = \text{Log } X_T$	X_T (mm)
T_2	2.1561	0	0.0886	2.1561	143.2518
T_5	2.1561	0.84	0.0886	2.2305	170.02
T_{10}	2.1561	1.28	0.0886	2.2695	185.9945
T_{20}	2.1561	1.64	0.0886	2.3014	200.1705

T ₅₀	2.1561	2.05	0.0886	2.3377	217.6206
T ₁₀₀	2.1561	2.33	0.0886	2.3625	230.4093

Hasil dari distribusi tersebut perlu di uji kecocokan nya antara distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

m	X	P(x)	P(x<	f<t)	p'(X)	P'(x<	D
1	2	3	4	5	6	7	8
1	216.22	0.043	216.177	2.02	0.0217	216.1983	0.022
2	184.26	0.087	184.173	1.23	0.1093	184.1507	-0.022
3	182.53	0.130	182.400	1.19	0.117	182.413	0.013
4	178.73	0.174	178.556	1.08	0.1401	178.5899	0.034
5	173.24	0.217	173.023	0.93	0.1762	173.0638	0.041
6	170.71	0.261	170.449	0.86	0.1949	170.5151	0.066
7	163.41	0.304	163.106	0.65	0.2578	163.1522	0.047
8	161.01	0.348	160.662	0.57	0.2843	160.7257	0.064
9	152.99	0.391	152.599	0.32	0.3745	152.6155	0.017
10	152.01	0.435	151.575	0.29	0.3859	151.6241	0.049
11	143.9	0.478	143.422	0.02	0.492	143.408	-0.014
12	138.07	0.522	137.548	-0.18	0.5714	137.4986	-0.050
13	132.68	0.565	132.115	-0.38	0.648	132.032	-0.083
14	129.99	0.609	129.381	-0.48	0.6844	129.3056	-0.076
15	127.05	0.652	126.398	-0.59	0.7224	126.3276	-0.070
16	126.23	0.696	125.534	-0.62	0.7324	125.4976	-0.037
17	125.57	0.739	124.831	-0.65	0.7422	124.8278	-0.003
18	122.49	0.783	121.707	-0.77	0.7794	121.7106	0.003
19	117.69	0.826	116.864	-0.96	0.8315	116.8585	-0.005
20	113.49	0.870	112.620	-1.14	0.8729	112.6171	-0.003
21	106.49	0.913	105.577	-1.45	0.9265	105.5635	-0.013
22	96.18	0.957	95.223	-1.95	0.9744	95.2056	-0.018
Jumlah	3214.94						

Uji kecocokan menggunakan derajat kepercayaan 5% yang artinya hasil dari perhitungan tidak diterima atau diterima dengan kepercayaan 95%. Dari nilai banyaknya sample data (N) = 22 dan nilai derajat kepercayaan (α) = 0,05 dengan

menggunakan rumus interpolasi pada tabel 2.8 didapat nilai $D_o = 0,32$. Dapat dilihat nilai $D_{maks} = 0.066 < D_o = 0.32$ sehingga hasil perhitungan distribusi dapat diterima.

Perhitungan selanjutnya mencari waktu konsentrasi dengan menggunakan persamaan 2.13:

$$\begin{aligned} \text{Waktu konsentrasi (tc)} &= \left(\frac{0,87 \times 1^2}{1000 \times 0.0004} \right)^{0.385} \\ &= 1,3 \text{ jam} \end{aligned}$$

Data hujan yang ada adalah data hujan maksimum harian rata-rata, sehingga dalam perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe sesuai dengan persamaan 2.11, yang mana lamanya hujan diasumsikan sama dengan nilai waktu konsentrasi telah didapat pada perhitungan sebelumnya. Perhitungan intensitas hujan untuk periode ulang 2 tahun dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Intensitas hujan (I)} &= \frac{143.2518}{24} \times \left(\frac{24}{1.3} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 41,693 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pada periode ulang yang lainnya dapat dilihat pada table sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil perhitungan intensitas hujan

Periode ulang	Xt (mm)	Tc(jam)	I (mm/jam)
T ₂	143.2518	1,3	41,693
T ₅	170.02	1,3	49,484
T ₁₀	185.9945	1,3	54,134
T ₂₀	200.1705	1,3	58,259
T ₅₀	217.6206	1,3	63,338
T ₁₀₀	230.4093	1,3	67,0606

Luas DAS Sungai Kali Gajah Putih mencapai 480 Ha, yang terdiri dari beberapa area, dalam pembahasan kali ini kami dari tim penulis hanya akan meninjau dari area yang

ada di sekitar kali Sumber, antara lain area 3.1 seluas 266.95 ha, area 3.2 seluas 68.95 ha, area 3.3 seluas 125.75 ha. Sehingga dapat dihitung besarnya koefisien gabungan aliran (Cgab) pada sungai tersebut berdasarkan tabel 2.9.

Tabel 4.7 nilai koefisien aliran seluruh area

No	Area	Luas (m ²)	Nilai C
1	3.1	266.95	0.68
2	3.2	68.95	0.68
3	3.3	125.75	0.66
4	3.4	48.35	0.66
	jumlah	510	

$$C_{gab} = \frac{(266.95 \times 0.68) + (68.95 \times 0.68) + (125.75 \times 0.66) + (48.35 \times 0.66)}{510}$$

$$= 0,673$$

Dengan persamaan 2.15 debit hujan (Q_H) dapat dihitung yang mana menggunakan rumus metode rasional. Berikut perhitungan debit hujan dengan periode ulang 2 tahun:

$$Q_H = 0,002778 \times 0,673 \times 41,693 \times 510$$

$$= 39,754 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan debit hujan dengan menggunakan periode ulang yang lainnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 perhitungan debit hujan

Periode ulang	I (mm/jam)	C	A (Ha)	Q _H (m ³ /dt)
T ₂	41,693	0,673	510	39,754
T ₅	49,484	0,673	510	47,183

T ₁₀	54,134	0,673	510	51,616
T ₂₀	58,259	0,673	510	55,549
T ₅₀	63,338	0,673	510	60,392
T ₁₀₀	67,0606	0,673	510	63,942

Sesuai dengan tabel 2.1 periode ulang yang dipakai dengan luas kawasan Sungai Kali Gajah Putih seluas 461,65 ha adalah 2 tahun, sehingga nilai debit hujan (Q_H) adalah 39,754 m³/dt.

Untuk membandingkan besarnya debit hujan dengan debit saluran pada saluran drainase yang diamati (area 3.1, 3.2, 3.3), digunakan nilai koefisien aliran pada sepanjang saluran yang diamati, sehingga diperoleh debit hujan dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.9 Nilai koefisien aliran pada saluran yang diamati

No	Area	Luas (m ²)	I(mm/jam)	Nilai C
1	3.1	266.95	41,693	0.673
2	3.2	68.95	41,693	0.673
3	3.3	125.75	41,693	0.673
4	3.4	48.35	41,693	0.673
	jumlah	510		

Dengan persamaan 2.15 debit saluran pada saluran drainase dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,002778 C \cdot I \cdot A \\
 &= 0,002778 \times 0,673 \times 41,693 \\
 &= 20,8085 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan debit area yang lain adalah sebagai berikut:

No	Area	Luas (m ²)	I(mm/jam)	Nilai C	Q
1	3.1	266.95	41,693	0.673	20,8085
2	3.2	68.95	41,693	0.673	5,3746
3	3.3	125.75	41,693	0.673	9,8021
4	3.4	48.35	41,693	0.673	3,769
	jumlah	510			39,7542

Diperoleh debit saluran keseluruhan area 39,7542 m³/detik, untuk perhitungan dimensi saluran area 3.1; 3.2; 3.3; 3.4 adalah sebagai berikut :

Untuk area 3.1 :

$$P = 2h\sqrt{3}$$

$$A = h^2\sqrt{3}$$

Dengan menggunakan rumus Manning, maka

$$Q = A \times V$$

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

$$Q = 20,8085 \text{ m}^3/\text{detik}; n = 0,025; S = 0,00346$$

$$20,8085 = h^2\sqrt{3} \times \frac{1}{0,025} \left(\frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} 0,00346^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 2,57$$

$$h = 1,42 \text{ m}$$

$$B = \frac{2}{3}h\sqrt{3}$$

$$B = \frac{2}{3} \times 1,42\sqrt{3} = 1,64 \text{ m}$$

$$A = h^2\sqrt{3}$$

$$= 1,42^2\sqrt{3} = 3,49 \text{ m}^2$$

$$P = 2h\sqrt{3}$$

$$= 2 \times 1,42 \times \sqrt{3}$$

$$= 4,92$$

$$W = 0,6$$

Gambar penampang terlampir

Untuk area 3.2

$$P = 2h\sqrt{3}$$

$$A = h^2\sqrt{3}$$

Dengan menggunakan rumus Manning, maka

$$Q = A \times V$$

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

$$Q = 5,3746 \text{ m}^3/\text{detik}; n = 0,025; S = 0,00263$$

$$5,3746 = h^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{0,025} \left(\frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} 0,00263^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 2,24$$

$$h = 1,35 \text{ m}$$

$$B = \frac{2}{3} h \sqrt{3}$$

$$B = \frac{2}{3} \times 1,35 \sqrt{3} = 1,56 \text{ m}$$

$$A = h^2 \sqrt{3} \\ = 1,35^2 \sqrt{3} = 3,16 \text{ m}^2$$

$$P = 2h \sqrt{3} \\ = 2 \times 1,35 \sqrt{3} \\ = 4,68 \text{ m}$$

$$W = 0,6$$

Gambar terlampir

Untuk area 3.3

$$P = 2h \sqrt{3}$$

$$A = h^2 \sqrt{3}$$

Dengan menggunakan rumus Manning, maka

$$Q = A \times V$$

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

$$Q = 9,8021 \text{ m}^3/\text{detik}; n = 0,025; S = 0,00200 ; W = 0,6$$

$$9,8021 = h^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{0,025} \left(\frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} 0,00200^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 5,02$$

$$h = 1,83 \text{ m}$$

$$B = \frac{2}{3} h \sqrt{3}$$

$$B = \frac{2}{3} \times 1,83 \sqrt{3} = 2,11 \text{ m}$$

$$A = h^2 \sqrt{3}$$

$$= 2,11^2 \sqrt{3}$$

$$= 7,71 \text{ m}^2$$

$$P = 2h \sqrt{3}$$

$$= 2 \times 2,11 \sqrt{3} = 7,31 \text{ m}$$

Gambar terlampir

Untuk Area 3.4

$$P = 2h \sqrt{3}$$

$$A = h^2 \sqrt{3}$$

Dengan menggunakan rumus Manning, maka

$$Q = A \times V$$

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

$$Q = 3,769 \text{ m}^3/\text{detik}; n = 0,025; S = 0,00256; W = 0,6$$

$$3,769 = h^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{0,025} \left(\frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} 0,00256^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 1,71$$

$$h = 1,22 \text{ m}$$

$$B = \frac{2}{3} h \sqrt{3}$$

$$B = \frac{2}{3} \times 1,22 \sqrt{3} = 1,41 \text{ m}$$

Gambar terlampir

4.1.2. Perhitungan dimensi saluran utama di Sungai Gajah Putih

$$P = 2h\sqrt{3}$$

$$A = h^2\sqrt{3}$$

Dengan menggunakan rumus Manning, maka

$$Q = A \times V$$

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

$$Q = 39,754 \text{ m}^3/\text{detik}; n = 0,025; S = 0,001$$

$$39,754 = h^2\sqrt{3} \times \frac{1}{0,025} \left(\frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 28,51$$

$$h = 3,51 \text{ m}$$

$$B = 3,6 \text{ m}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari perhitungan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

- Periode ulang yang dipakai pada kawasan Sungai Gajah Putih adalah 2 tahun
- Perbandingan antara dimensi untuk penampang saluran di area 3.1 lebih besar daripada dimensi saluran untuk penampang saluran area 3.1 di lapangan, sehingga penampang saluran di area 3.1 tidak aman untuk mengalirkan debit sebesar $20,8085 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Perbandingan antara dimensi untuk penampang saluran area 3.2 lebih besar daripada dimensi penampang saluran untuk area 3.2 di lapangan, sehingga penampang saluran di area 3.2 tidak aman untuk mengalirkan debit sebesar $5,3746 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Perbandingan antara dimensi untuk penampang saluran area 3.2 lebih besar daripada dimensi penampang saluran untuk area 3.2 di lapangan, sehingga penampang saluran di area 3.2 tidak aman untuk mengalirkan debit sebesar $5,3746 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Perbandingan antara dimensi untuk penampang saluran area 3.3 lebih besar daripada dimensi penampang saluran untuk area 3.3 di lapangan, sehingga penampang saluran di area 3.3 tidak aman untuk mengalirkan debit sebesar $9,8021 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Perbandingan antara dimensi untuk penampang saluran area 3.4 lebih besar daripada dimensi penampang saluran untuk area 3.4 di lapangan, sehingga penampang saluran di area 3.4 tidak aman untuk mengalirkan debit sebesar $3,769 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Perbandingan antara dimensi saluran Utama Sungai Gajah Putih lebih besar daripada dimensi saluran utama Sungai Gajah Putih di lapangan, sehingga penampang saluran utama tidak aman mengalirkan debit sebesar $39,754 \text{ m}^3/\text{detik}$.

5.2. Saran

Pada saluran terdapat endapan tanah dan tumbuh rumput yang akan mengakibatkan pendangkalan saluran, sehingga diperlukan usaha pembersihan agar air yang mengalir tidak meluap dan tidak terhambat

