

EVALUASI KINERJA SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN JALAN SULFAT KOTA MALANG

Achmad Chairul Karim¹, I Wayan Mundra², Sriliani Surbakti³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : cakkarem@gmail.com¹

ABSTRACT

The Flooding is still an unsolved problem by the Government of Malang City for the past few years. Sulfat Street is one of place which is gets affected by flooding, caused by the drains are unable to accommodate excess water due to sedimentation, as well as changes in land use that cause the reduction of open green land for rainwater infiltration. This study aims to evaluate the existing drainage channel to determine the condition and its capacity. After that, analyse the design flood with a return period of 2, 5, 10, and 25 years. Then analyse the capacity of existing drainage channel against the design flood with return period of 10 years. From the results of the analysis and evaluation of the flow capacity of the existing drainage channel against the design flood, it is known that the flooding problem caused by sedimentation and the capacity of the existing channel can't accommodate for the design flood with a return period of 10 years. For this reason, inundation management is carried out by normalizing the channel and redesigning the channel.

Keywords : *Drainage, Evaluate, Flood, Perform.*

ABSTRAK

Banjir masih menjadi masalah yang belum dapat dituntaskan oleh Pemerintah Kota Malang selama beberapa tahun terakhir. Salah satu titik rawan banjir di Kota Malang adalah Jalan Sulfat, yang diakibatkan oleh daya tampung saluran yang tidak memadai karena adanya sedimentasi, serta terjadinya perubahan tata guna lahan yang menyebabkan berkurangnya lahan hijau terbuka sebagai sarana untuk resapan air hujan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi saluran drainase eksisting, yaitu menganalisa kondisi dan debit kapasitas saluran yang ada. Setelah itu menganalisa debit banjir rencana dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun. Untuk kemudian dilakukan analisa debit kapasitas saluran eksisting terhadap debit banjir rencana dengan kala ulang 10 tahun. Dari hasil analisa dan evaluasi debit kapasitas saluran drainase eksisting terhadap debit banjir rencana, diketahui bahwa permasalahan genangan terjadi karena adanya sedimentasi pada saluran yang menyebabkan saluran tidak berfungsi serta daya tampung saluran eksisting yang kurang memadai terhadap debit banjir rencana untuk kala ulang 10 tahun. Untuk itu dilakukan penanganan genangan dengan normalisasi saluran dan redesain saluran.

Kata kunci : *Banjir, Drainase, Evaluasi, Kinerja.*

1. PENDAHULUAN

Di Kota Malang, bencana banjir masih menjadi permasalahan yang belum selesai dituntaskan oleh pemerintah Kota Malang. Terdapat beberapa kejadian banjir di Kota Malang selama beberapa tahun terakhir ini seiring dengan peningkatan curah hujan yang tinggi. Pada tahun 2022 ini tepatnya pada bulan Maret telah terjadi banjir di beberapa kecamatan dan kawasan di Kota Malang akibat curah hujan yang tinggi sehingga terjadi luapan dan banjir setinggi ± 30-60 cm. Salah satu titik banjir yang terjadi adalah di Jalan Sulfat, pada 18 Maret 2022 pada sore hari di Jalan Sulfat dan Sebuku terjadi genangan setinggi 40 cm yang menyebabkan terganggunya arus lalu lintas. Faktor penyebab banjir di kawasan Jalan Sulfat adalah adanya perubahan tata guna lahan, mengingat wilayah Jalan Sulfat sendiri adalah salah satu wilayah yang

berkembang pesat dengan adanya peningkatan jumlah penduduk dan pembangunan akan kawasan niaga/perdagangan.. Penyebab lainnya adalah kurang berfungsinya sebagian saluran drainase yang ada akibat sedimentasi, tumpukan sampah, dan beberapa saluran yang rusak pada dinding salurannya. Selain itu, di beberapa titik rawan banjir juga tidak ditemukannya inlet-inlet untuk mengalirkan air limpasan permukaan menuju saluran drainase yang berupa saluran tertutup karena adanya pemanfaatan lahan diatas saluran drainase sebagai bangunan. Sehingga ketika curah hujan yang tinggi, Jalan Sulfat akan terjadi banjir karena saat hujan tiba air tidak dapat masuk ke dalam saluran yang ada (existing). Maka dari itu diperlukan adanya evaluasi mengenai kinerja saluran drainase yang ada untuk mengatasi banjir di Kota Malang, khususnya di kawasan Jalan

Sulfat yang setiap kali terjadi hujan menjadi daerah rawan genangan dan banjir..

2. LANDASAN TEORI

Drainase

Menurut Suripin (2004) Drainase yang berasal dari bahasa Inggris *drainage* yang berarti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air pada suatu kawasan/lahan, baik yang berasal dari air hujan, limpasan, ataupun kelebihan air irigasi, sehingga fungsi suatu lahan/lokasi tersebut tidak terganggu.

Analisa Hidrologi

Estimasi Data Hujan Yang Hilang

Menurut Limantara (2010) Data yang hilang pada suatu pos penakar hujan, pada saat tertentu, dapat diisi dengan bantuan data yang tersedia pada pos-pos penakar di sekitarnya pada saat yang sama. Cara yang dipakai dinamakan *Ratio Normal*.

Dengan persamaan sebagai berikut:

$$Dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di \frac{Anx}{Ani}$$

Dimana:

Dx = data tinggi hujan harian maksimum sta. x

n = jumlah stasiun di sekitar x

d_i = data tinggi hujan harian maksimum sta. i

An_x = jumlah tinggi hujan tahunan di stasiun x

An_i = jumlah tinggi hujan tahunan sta. sekitar x

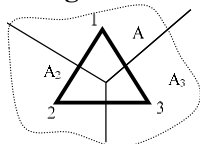
Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Uji konsistensi data perlu dilakukan untuk mengetahui konsistensi data terhadap penyimpangan akibat perubahan atau gangguan lingkungan pada pos penakar dengan menggunakan metode Kurva Massa Ganda.

Analisa Curah Hujan Rerata Daerah

Menurut Suripin (2004) terdapat 3 metode yang umum digunakan untuk menganalisa curah hujan rerata daerah yaitu; Metode Rerata Aljabar, Poligon Thiessen, dan Isohyet. Dalam penelitian ini menggunakan metode Poligon Thiessen untuk perhitungan curah hujan rerata daerahnya.

Metode Rerata Poligon Thiessen



Gambar 1 Contoh pembagian Poligon Thiessen

Untuk cara perhitungan Poligon Thiessen dapat dihitung dengan memakai rumus curah hujan rata-rata daerah, sebagai berikut :

$$X = \frac{X1 \times A1 + X2 \times A2 + X3 \times A3 + \dots + Xn \times An}{A1 + A2 + A3 + \dots + An}$$

Dimana :

$A1, \dots, An$ = Luas daerah pengaruh pos

$X1, \dots, Xn$ = Tinggi curah hujan di pos

X = Tinggi curah hujan rata-rata daerah (mm)

n = Banyaknya pos penakar hujan

Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana dilakukan dengan analisa frekuensi untuk penentuan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter-parameter statistiknya yaitu Rerata, Standar Deviasi, Cs , Ck , dan Cv (C.D. Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987)

1. Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$

2. Standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n-1}}$$

3. Koefisien skewness

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

4. Koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

5. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

Dimana:

\bar{X} = Rata-rata

Xi = Varian ke i

n = Banyaknya data

Sd = Standar Deviasi

Cs = Koefisien Skewness/Kemencengan

Ck = Koefisien Kurtosis

Cv = Koefisien variasi

Adapun persyaratan jenis distribusi sebagai berikut:

Tabel 1. Syarat Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$
Log Normal	$Cs = 0,82$ $Ck = 4,22$
Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$
E.J. Gumbel	$Cs \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$

Sumber: C. D. Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987

Distribusi Log Pearson Tipe III

Untuk persamaan distribusi Log Pearson Tipe III dituliskan sebagai berikut:

$$\log X_R = \log X_i + K_T \cdot Sd$$

Dimana:

$\log X_R$ = Curah Hujan Rencana kala ulang T tahun

$\log X_i$ = Varian Logaritma ke i

K_T = Faktor Frekuensi variabel Log Pearson III

Sd = Standar Deviasi

Tabel 2. Faktor Frekuensi untuk Distribusi Log Pearson Tipe III, Koefisien Asimetri, Cs Negatif

T (th)	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs:P(%)	99	95	90	80	50	20	10	5	4	2	1	0.5	0.1
0	-2.326	-1.645	-1.202	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.595	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.336	0.017	0.846	1.270	1.567	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.539	1.680	1.945	2.178	2.308	2.810
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.510	1.643	1.890	2.104	2.291	2.670
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.201	2.530
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.450	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	-2.755	-1.797	-1.320	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.419	1.526	1.720	1.890	2.016	2.270
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.386	1.488	1.663	1.806	1.926	2.140
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.837	2.020
-0.9	-2.957	-1.850	-1.339	-0.769	0.140	0.854	1.147	1.320	1.407	1.549	1.660	1.749	1.900
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	0.164	0.852	1.170	1.301	1.366	1.492	1.598	1.664	1.790

Sumber: CD. Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987

Tabel 3. Faktor Frekuensi untuk Distribusi Log Pearson Tipe III, Koefisien Asimetri, Cs Positif

T (th)	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs:P(%)	99	95	90	80	50	20	10	5	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.595	1.751	2.045	2.326	2.576	3.090
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.885	0.017	0.836	1.297	1.622	1.785	2.107	2.400	2.670	3.230
0.2	-2.170	-1.538	-1.258	-0.850	0.033	0.830	1.301	1.646	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.3	-2.130	-1.555	-1.245	-0.853	0.050	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856	3.520
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	0.066	0.816	1.317	1.692	1.880	2.261	2.615	2.947	3.670
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	0.083	0.808	1.323	1.714	1.910	2.311	2.686	3.041	3.810
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	0.079	0.800	1.328	1.735	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	0.116	0.790	1.333	1.756	1.967	2.407	2.824	3.223	4.100
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	0.132	0.780	1.336	1.774	1.993	2.453	2.891	3.312	4.240
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	0.148	0.769	1.339	1.792	2.018	2.498	2.957	3.401	4.390
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	0.164	0.758	1.340	1.809	2.043	2.542	3.022	3.489	4.530
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	0.180	0.745	1.341	1.824	2.066	2.585	3.087	3.575	4.670

Sumber: CD. Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987

Distribusi E. J. Gumbel

Adapun persamaan yang dipakai dalam distribusi E. J. Gumbel sebagai berikut:

$$X_T = X_{maks} + K.Sd$$

Dimana:

- X_T = Debit rencana periode ulang T tahun
- X_{maks} = Debit aliran maksimum tahunan rata-rata
- K = Faktor frekuensi untuk periode ulang T
- Sd = Standar Deviasi

Faktor probabilitas k untuk harga-harga ekstrim dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n}$$

$$Y_{tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{Tr - 1}{Tr} \right\}$$

Dimana :

- K = Faktor Probabilitas
- Y_{Tr} = Reduce Variate
- Y_n = Reduce Mean
- S_n = Reduce Standart Deviation

Tabel 4. Nilai Yt

Periode Ulang T(tahun)	Yt
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001

Sumber: CD. Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987

Tabel 5. Nilai Yn dan Sn

n	Sn	Yn	n	Sn	Yn
10	0,9497	0,4952	60	1,1750	0,5521
15	1,0210	0,5128	70	1,1850	0,5548
20	1,0630	0,5236	80	1,1940	0,5567
25	1,0910	0,5390	90	1,2010	0,5586
30	1,1120	0,5362	100	1,2060	0,5600
35	1,1280	0,5403	200	1,2360	0,5672
40	1,1410	0,5436	500	1,2590	0,5724
45	1,1520	0,5463	1000	1,2690	0,5745
50	1,1610	0,5485			

Sumber: CD. Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987

Uji Kesesuaian Distribusi

Menurut Soemarto (1987) dan Suripin (2004) Uji kesesuaian distribusi frekuensi digunakan untuk mendapatkan kesesuaian dari data yang ada dengan distribusi yang digunakan. Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk melakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi yaitu : Uji Chi-Square dan Smirnov Kolmogorof. Dalam uji kesesuaian distribusi data curah hujan diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya.

Debit Banjir Akibat Hujan

Menurut Soemarto (1987) Dalam penentuan debit banjir/limpasan terdapat beberapa metode yang dapat digunakan diantaranya yaitu metode *Hydrograph* Satuan Sintetis dan metode Rasional. Nilai debit akibat hujan dalam suatu saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan Rasional sebagai berikut:

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6} = 0,278.C.I.A$$

Dimana:

- Q = debit banjir/limpasan (m3/dt)
- C = koefisien pengaliran
- I = intensitas curah hujan
- A = luas wilayah (km2)

Waktu Konsentrasi

Menurut Soemarto (1987) Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu aliran. Dalam menghitung waktu konsentrasi dapat menggunakan rumus *Kirpich* sebagai berikut:

$$tc = \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

Dimana:

- L = Jarak dari tempat terjauh ke saluran drainase (m)
- S = Kemiringan rata-rata daerah aliran (m)

Intensitas Hujan

Menurut Suripin (2004) Intensitas hujan adalah kedalaman air hujan atau tinggi air hujan per satuan waktu. Jika yang tersedia adalah data curah hujan jangka pendek maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Talbot, Sherman dan Ishiguro. Namun apabila data hujan jangka pendek/menitan tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe sebagai berikut:

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

Dimana:

R_{24} = Curah hujan rencana (mm)

t_c = Waktu Konsentrasi (jam)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan (jam)

Koefisien Pengaliran

Koefisien Pengaliran adalah suatu perbandingan kuantitas air yang mengalir karena hujan dengan kuantitas air hujan keleuruhan pada suatu daerah. Koefisien yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti klimatologi, luas dan bentuk daerah aliran, jenis tanah, tingkat kejenuhan, tata guna lahan, suhu, angin dan evaporasi. Dan dijabarkan dalam persamaan berikut:

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dimana:

C_m = koefisien pengaliran rata-rata

A_i = luas daerah tiap tata guna lahan (km^2)

C_i = koefisien pengaliran tiap tata guna lahan

Debit Air Kotor

Debit domestik atau debit air kotor adalah banyaknya air buangan yang berasal dari aktifitas manusia baik berasal dari rumah tangga dan sebagainya. Untuk memperkirakannya perlu diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk daerah studi.

Untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun-tahun yang akan datang dapat dianalisa dengan metode-metode berikut:

a. Pertumbuhan Eksponensial

Untuk Analisa pertumbuhan jumlah penduduknya ditulis dalam persamaan:

$$P_n = P_o \times e^{rn}$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_o = jumlah penduduk pada awal tahun

r = angka pertumbuhan penduduk

n = interval waktu (tahun)

e = bilangan logaritma (2,71828)

b. Pertumbuhan Geometri

Untuk analisa pertumbuhan jumlah penduduk dituliskan dalam persamaan:

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

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_o = jumlah penduduk pada awal tahun

r = angka pertumbuhan penduduk

n = interval waktu (tahun)

Sedangkan untuk analisa kebutuhan air bersih berdasarkan Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU dalam Direktorat Pengairan dan Irigasi Bappenas. 2006. Dan faktor pengaliran air buangan sebesar 70-90% dari jumlah kebutuhan air bersih. Sehingga analisa debit air kotor dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Q_{ak} = P_n \times A \times \gamma$$

Dimana:

Q_{ak} = debit air kotor (m^3/detik)

P_n = Jumlah pertumbuhan penduduk (jiwa)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

γ = Besarnya kapasitas air yang akan terbuang ($\text{m}^3/\text{detik/orang}$)

Debit Banjir Rencana

Selanjutnya besarnya debit banjir rencana dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ak}$$

Dimana:

Q_r = Debit banjir rencana (m^3/detik)

Q_{ah} = Debit banjir akibat air hujan (m^3/detik)

Q_{ak} = Debit limbah domestik (m^3/detik)

Kapasitas Saluran Drainase

Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan dengan pendekatan rumus Manning, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

Jari-jari Hidrolis

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

Dimana:

R = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang saluran (m^2)

P = Keliling basah

Untuk luasan dan keliling penampang basah saluran sebagai berikut:

• Saluran Trapesium

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

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

Dimana:

A = Luas penampang saluran (m^2)

P = Keliling basah (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi air (m)

m = kemiringan dinding saluran (m)

• Saluran Persegi

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

Dimana:

A = Luas penampang saluran (m^2)

- P = Keliling basah (m)
- b = Lebar dasar saluran (m)
- h = Tinggi air (m)

Kecepatan aliran

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

Dimana:

- V = Kecepatan aliran (m/s)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan dasar saluran (m)

Debit Kapasitas Saluran

$$Q = A \cdot V$$

dimana :

- Q = Kapasitas Saluran (m³/s)
- A = Luas Penampang Saluran (m²)
- V = Kecepatan Aliran Rerata (m/s)

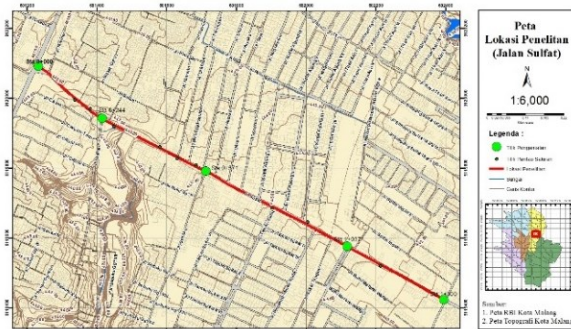
Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Merupakan analisa kapasitas saluran drainase terhadap debit rencana, yang terdiri dari limpasan akibat air hujan dan air buangan penduduk..

- Apabila $Q_s \geq Q_r$ maka kapasitas saluran memenuhi, sehingga tidak diperlukan adanya rekomendasi perbaikan.
- Apabila $Q_s < Q_r$ maka kapasitas saluran tidak memenuhi, sehingga diperlukan adanya rekomendasi perbaikan

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut peta lokasi penelitian di Jalan Sulfat, Kota Malang seperti pada Gambar 1



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan merupakan data primer dan sekunder sebagai berikut:

1. Data Primer, berupa data saluran eksisting meliputi bentuk, dimensi, kemiringan dinding, dan panjang saluran
2. Data Sekunder, data yang didapatkan dari instansi/dinas terkait, meliputi:
 - Data administratif
 - Data curah hujan 10 tahun (2012-2021) dari Stasiun Ciliwung, Sukun, dan Jabung

- Data Peta; Peta Tata Guna Lahan dan Peta Topografi Kota Malang

Analisis Data

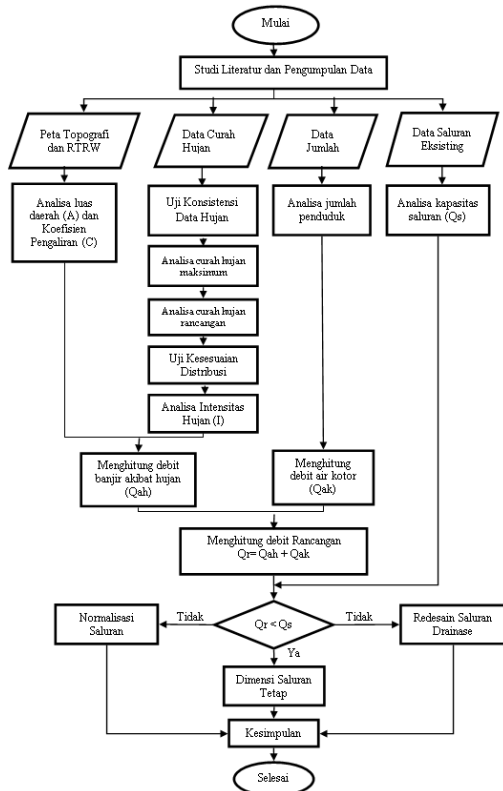
Setelah data-data yang dibutuhkan telah diperoleh maka data-data tersebut dilakukan analisa sebagai berikut:

- Analisa Hidrolika Saluran
Menganalisa kapasitas tampung saluran drainase dari data-data saluran eksisting dengan pendekatan rumus Manning (Q_s)
- Analisa Hidrologi
 1. Menguji konsistensi data curah hujan dengan metode kurva masa ganda
 2. Analisa curah hujan rerata dengan metode Poligon Thiessen
 3. Menghitung curah hujan rencana dengan distribusi frekuensi yang memenuhi, yaitu Distribusi E. J. Gumbel dan Log Pearson Tipe III
 4. Menguji kesesuaian distribusi frekuensi dengan metode *Chi-Square* dan *Smirnov Kolmogorof*
 5. Memilih curah hujan rancangan dari distribusi frekuensi yang sesuai, yaitu curah hujan rancangan dari distribusi E. J. Gumbel
 6. Menghitung intensitas curah hujan dengan rumus Mononobe
 7. Menghitung Luas Daerah Pengaliran
 8. Menghitung Koefisien Pengaliran
 9. Menghitung debit banjir akibat hujan (Q_{ah}) dan debit air kotor (Q_{ak})
 10. Menghitung debit banjir rencana (Q_r)

Evaluasi Saluran Drainase

1. Membandingkan kapasitas saluran drainase (Q_s) dengan debit banjir rencana (Q_r), jika $Q_r > Q_s$ maka perlu dilakukan penanganan pada saluran yang melimpas, jika $Q_r < Q_s$ maka saluran dilakukan perawatan
2. Melakukan penanganan pada saluran yang melimpas dengan normalisasi saluran atau redesign saluran drainase.

Untuk diagram alir penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidraulika Saluran Kapasitas Saluran Drainase

Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan pada dua kondisi, yaitu tanpa pendangkalan akibat sedimen (Qs1) dan dengan pendangkalan akibat sedimen (Qs2)

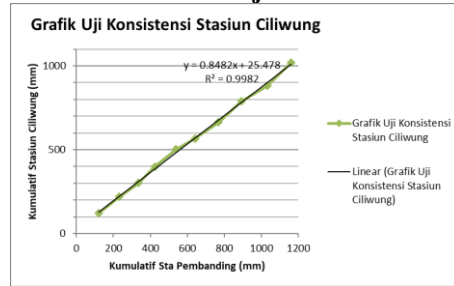
Tabel 6. Debit Saluran Eksisting Tanpa Sedimen (Qs1)

Nama Saluran	L (m)	S	Sedimen (m)	T (m)	b (m)	H (m)	m (m)	W (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	V (m ³ /dt)	(Qs1) (m ³ /dt)
A	203.00	0.0254	0.5	0.5	0.6		0.12	0.480	0.2400	1.4600	0.1644	0.013	3.6802	0.88325	
B	67.00	0.0060	0.0	0	0			0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.0000	0.00000	
C	148.00	0.0128	0.3	0.6	0.5	0.8	0.05	0.16	0.640	0.3405	1.7616	0.1911	0.012	3.1327	1.06652
D	332.00	0.0036	0.4	0.5	0.5			0.1	0.400	0.2000	1.3000	0.1538	0.013	1.3278	0.26596
E	527.50	0.0072	0.3	0.95	0.75	0.7	0.1	0.14	0.560	0.4514	1.8756	0.2407	0.012	2.7365	1.23513
F	265.00	0.0211	0.1	0.6	0.8			0.16	0.640	0.3840	1.8800	0.2043	0.012	4.2015	1.61338
G	183.50	0.0082	0.2	0.6	0.55	0.5	0.025	0.1	0.400	0.2240	1.3502	0.1659	0.013	2.0998	0.47035
H	69.00	0.0006	0.3	0.6	0.55	0.6	0.025	0.12	0.480	0.2698	1.5103	0.1786	0.013	0.5874	0.15846
I	793.00	0.0063	0.3	1.6	1.4	0.8	0.1	0.16	0.640	0.9370	2.6864	0.3488	0.025	1.5675	1.46866

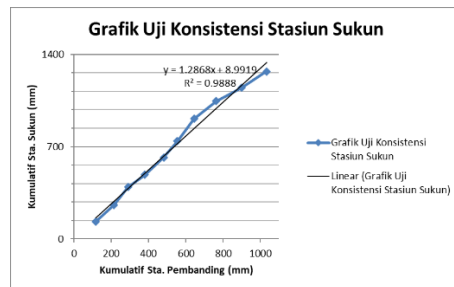
Tabel 7. Debit Saluran Eksisting Dengan Sedimen (Qs2)

Nama Saluran	L (m)	S	Sedimen (m)	T (m)	b (m)	H (m)	m (m)	W (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	V (m ³ /dt)	(Qs2) (m ³ /dt)
A	203.00	0.0254	0.5	0.5	0.10			0.02	0.08	0.0400	0.6600	0.0606	0.013	1.8922	0.07569
B	67.00	0.0060	0	0	0			0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.0000	0.00000	
C	148.00	0.0128	0.3	0.6	0.5	0.50	0.05	0.1	0.40	0.2080	1.3010	0.1599	0.012	2.3644	0.57852
D	332.00	0.0036	0.4	0.5	0.10			0.02	0.08	0.0400	0.6600	0.0606	0.013	0.9801	0.02854
E	527.50	0.0072	0.3	0.95	0.75	0.40	0.1	0.08	0.32	0.2502	1.3932	0.1796	0.012	2.2516	0.56345
F	265.00	0.0211	0.1	0.6	0.70			0.14	0.56	0.3360	1.7200	0.1953	0.012	4.0785	1.37037
G	183.50	0.0082	0.2	0.6	0.55	0.30	0.025	0.06	0.24	0.1334	1.0301	0.1295	0.013	1.7805	0.23759
H	69.00	0.0006	0.25	0.6	0.55	0.35	0.025	0.07	0.28	0.1560	1.1102	0.1405	0.013	0.5005	0.07806
I	793.00	0.0063	0.3	1.6	1.4	0.50	0.1	0.1	0.40	0.5760	2.2040	0.2613	0.025	1.2931	0.74484

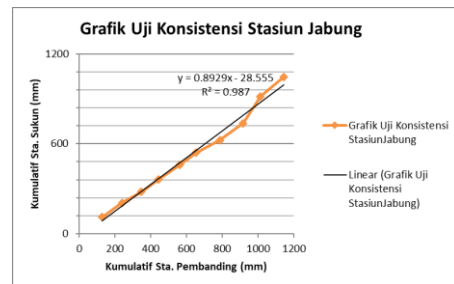
Analisa Hidrologi Uji Konsistensi Data Hujan



Gambar 4. Grafik Uji Konsistensi Sta. Ciliwung



Gambar 5. Grafik Uji Konsistensi Sta. Sukun



Gambar 6. Grafik Uji Konsistensi Sta. Jabung
Dari hasil uji konsistensi data hujan yang dilakukan, data curah hujan dapat dikatakan konsisten terhadap garis trend semula dengan nilai $R^2 > 0,5$.

Curah Hujan Maksimum

Curah hujan maksimum dianalisa dari data curah hujan selama 10 tahun terakhir untuk diambil data yang maksimum tiap tahun pada tiap stasiun.

Tabel 8. Data Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Stasiun Penakar Hujan		
		Ciliwung	Sukun	Jabung
1	2012	138	125	131
2	2013	93	101	178
3	2014	125	134	112
4	2015	96	170	84
5	2016	64	122	82
6	2017	104	132	98
7	2018	97	94	82
8	2019	82	135	72
9	2020	97	125	96
10	2021	123	133	111

Curah Hujan Rerata Daerah

Analisa Curah Hujan Rerata Daerah dengan menggunakan metode Poligon Thiessen, didapat hasil sebagai berikut:

- Luas Pengaruh
Sta. Ciliwung = 18,6932 km²
Sta. Sukun = 3,1659 km²

Sta. Jabung = 5,6495 km²

Kemudian dilakukan Analisa perhitungan berdasarkan curah hujan maksimum dan luas pengaruh tiap stasiun,

Tabel 9. Curah Hujan Rerata Daerah

No.	Tahun	Xa.Aa (mm)	Xb.Ab (mm)	Xc.Ac (mm)	X (mm)
1	2012	2579.66	395.74	740.08	135.07
2	2013	1738.47	319.76	1005.60	111.38
3	2014	2336.65	424.23	632.74	123.37
4	2015	1794.55	538.20	474.55	102.05
5	2016	1196.36	386.24	463.26	74.37
6	2017	1944.09	417.90	553.65	105.99
7	2018	1813.24	297.60	463.26	93.57
8	2019	1532.84	427.40	406.76	86.05
9	2020	1813.24	395.74	542.35	100.02
10	2021	2299.26	421.07	627.09	121.69

Analisa Frekuensi/Uji Dispersi

Dari data curah hujan rerata daerah kemudian dilakukan analisa frekuensi untuk menentukan distribusi mana yang sesuai. Didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Analisa Frekuensi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisa	Keterangan
Normal	Cs ≈ 0	-0.0478	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 3	3.5870	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = 0.82	-0.4281	Tidak Memenuhi
	Ck = 4.22	0.3883	Tidak Memenuhi
Log Pearson Tipe III	Cs ≠ 0	-0.4281	Memenuhi
EJ Gumbel	Cs ≤ 1.1396	-0.0478	Memenuhi
	Ck ≤ 5.4002	3.5870	

Dari hasil analisa frekuensi diketahui bahwa jenis distribusi yang memenuhi persyaratan untuk dipakai dalam analisa selanjutnya adalah Distribusi Log Pearson Tipe III dan E.J. Gumbel

Analisa Curah Hujan Rencana Log Pearson Tipe III

Tabel 11. Curah Hujan Rencana Log Pearson III

T	Pr (%)	K	K . SD	Log Xr	Xr (mm)
2	50	0.0708	0.0055	2.0220	105.203
5	20	0.8553	0.0665	2.0830	121.070
10	10	1.2268	0.0954	2.1119	129.398
25	4	1.5950	0.1240	2.1406	138.218

E.J. Gumbel

Tabel 12. Curah Hujan Rencana E.J. Gumbel

Tr	Y _T	K	Sd . K	Xr (mm)
2	0.3665	-0.1355	-2.4828	102.8719
5	1.4999	1.0580	19.3847	124.7394
10	2.2504	1.8481	33.8629	139.2176
25	3.1985	2.8465	52.1561	157.5109

Uji Kesesuaian Distribusi

Dari hasil Uji Kesesuaian Distribusi dengan metode Chi-Square/Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof didapatkan hasil sebagai berikut:

Uji Chi-Square/Kuadrat

Tabel 13. Uji Chi-Square Distribusi Log Pearson III

NO	BATAS KELAS	JUMLAH DATA		Ef - Of	$\frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$
		Ef	Of		
1	0,00 - 89,7927	2,0	2	0,0	0,00
2	89,7927 - 99,7928	2,0	1	1,0	0,50
3	99,7928 - 110,2463	2,0	3	-1,0	0,50
4	110,2463 - 121,0699	2,0	1	1,0	0,50
5	121,0699<	2,0	3	-1,0	0,50
JUMLAH		10	10		2,0

Tabel 14. Uji Chi-Square Distribusi E.J. Gumbel

NO	BATAS KELAS	JUMLAH DATA		Ef - Of	$\frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$
		Ef	Of		
1	0,00 - 86,6193	2,0	2	0,0	0,00
2	86,6193 - 97,4873	2,0	1	1,0	0,50
3	97,4873 - 108,7605	2,0	3	-1,0	0,50
4	108,7605 - 124,7394	2,0	3	-1,0	0,50
5	124,7394<	2,0	1	1,0	0,50
JUMLAH		10	10		2,0

Dari hasil analisa di atas didapat nilai X^2 sebesar 2, maka dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas untuk kedua distribusi dapat **diterima** ($X^2 < X^2_{cr}$; $2 < 5,991$)

Uji Smirnov Kolmogorof

Tabel 15. Uji Smirnov Kolmogorof Log Pearson III

No.	Curah Hujan	Log x	Pe (x) (%)	K	P' (x) (%)	Pe (x) - P' (x)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	135.07	2.1305	9.09	1.4662	13.15	4.0546
2	123.37	2.0912	18.18	0.9602	25.35	7.1662
3	121.69	2.0852	27.27	0.8836	27.19	0.0786
4	111.38	2.0468	36.36	0.3893	39.12	2.7521
5	105.99	2.0253	45.45	0.1124	45.79	0.3376
6	102.05	2.0088	54.55	-0.0990	50.89	3.6542
7	100.02	2.0001	63.64	-0.2115	53.60	10.0326
8	93.57	1.9712	72.73	-0.5834	62.57	10.1562
9	86.05	1.9347	81.82	-1.0518	73.87	7.9519
10	74.37	1.8714	90.91	-1.8660	93.50	2.5928
Σ		20.1652				
\bar{X}		2.0165		Δ_{maks}		10.1562
Sd		0.0778				
Cs		-0.4281				

Tabel 16. Uji Smirnov Kolmogorof E.J. Gumbel

No.	Curah Hujan (mm)	Pe (x) (%)	K	Y _T	T (tahun)	P' (%)	ΔP (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	135.07	9.09	1.6216	2.0352	8.1646	12.2480	3.1570
2	123.37	18.18	0.9830	1.4288	4.6934	21.3064	3.1246
3	121.69	27.27	0.8913	1.3417	4.3473	23.0028	4.2699
4	111.38	36.36	0.3287	0.8074	2.7790	35.9839	0.3798
5	105.99	45.45	0.0347	0.5281	2.2446	44.5507	0.9039
6	102.05	54.55	-0.1802	0.3240	1.9424	51.4821	3.0634
7	100.02	63.64	-0.2913	0.2185	1.8105	55.2326	8.4038
8	93.57	72.73	-0.6429	-0.1154	1.4826	67.4479	5.2794
9	86.05	81.82	-1.0538	-0.5056	1.2354	80.9478	0.8704
10	74.37	90.91	-1.6909	-1.1107	1.0504	95.1996	4.2905
Σ		1053.55					
\bar{X}		105.354		Δ_{maks}			8.4038
Sd		18.3228					

Dari hasil analisa di atas didapat nilai $\Delta P_{maks} < \Delta P_{kritis}$, maka dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas untuk kedua distribusi dapat **diterima** ($\Delta P_{maks} < \Delta P_{kritis}$; $\Delta P_{maks} < 40,9$)

Penentuan Curah Hujan Rencana

Pemilihan curah hujan rencana yang akan digunakan dalam analisa debit banjir rencana adalah dengan melihat simpangan maksimum (ΔP_{maks}) yang paling kecil dari uji konsistensi *Smirnov-Kolmogorof*. Diketahui distribusi E.J. Gumbel memiliki ΔP_{maks} sebesar 8,404

**Debit Banjir Akibat Hujan (Qah)
Koefisien Pengaliran**

Tabel 17. Koefisien Pengaliran

Nama Saluran	Luas Guna Lahan (km ²) / Koef. Pengaliran				Luas Total (km ²)	C Kawasan
	Pemukiman	Perdagangan	Jalan	Taman/Kuburan		
(1)	0.7	0.7	0.85	0.15	(3)	(4)
A	0.0017	0.0021	0.0008	0.0039	0.0085	0.46
B		0.0007	0.0003		0.0009	0.74
C		0.0019	0.0006		0.0025	0.74
D	0.0020	0.0041	0.0013		0.0074	0.73
E	0.0009	0.0202	0.0024		0.0235	0.72
F	0.0082	0.0084	0.0012		0.0178	0.71
G	0.0044	0.0102	0.0009		0.0155	0.71
H	0.0029	0.0027	0.0010		0.0066	0.72
I	0.0382	0.0268	0.0111	0.0037	0.0799	0.70

Intensitas Hujan

Tabel 18. Intensitas Hujan

Nama Saluran	Elevasi		L (m)	s	Tc (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)			
	Awal	Akhir				2	5	10	25
Kanan									
A	449.56	444.40	203.00	0.0254	0.0799	192.2113	233.0698	260.1216	294.3016
B	444.40	444.00	67.00	0.0060	0.0595	234.1111	283.8762	316.8250	358.4558
C	445.90	444.00	148.00	0.0128	0.0815	189.7068	230.0328	256.7321	290.4668
D	445.90	444.70	332.00	0.0036	0.2474	90.5075	109.7467	122.4847	138.5792
E	444.70	440.90	327.50	0.0072	0.2709	85.1799	103.2867	115.2749	130.4221
Kiri									
F	450.0	444.4	265.00	0.0211	0.1054	159.8723	193.8564	216.3568	244.7861
G	445.9	444.4	183.50	0.0082	0.1144	151.2985	183.4600	204.7538	231.6585
H	445.9	445.86	69.00	0.0006	0.1493	126.7416	153.6831	171.5207	194.0586
I	445.86	440.9	793.00	0.0063	0.3915	66.6353	80.7999	90.1782	102.0276

Debit Banjir akibat Hujan (Qah)

Tabel 19. Debit banjir akibat hujan (Qah)

Nama Saluran	Qah (m ³ /dt)			
	2	5	10	25
A	0.2106	0.2554	0.2850	0.3225
B	0.0447	0.0542	0.0605	0.0685
C	0.0362	0.0440	0.0491	0.0555
D	0.0461	0.0559	0.0624	0.0706
E	0.1741	0.2112	0.2357	0.2666
F	0.5615	0.6809	0.7599	0.8598
G	0.4631	0.5615	0.6267	0.7090
H	0.1678	0.2034	0.2270	0.2569
I	1.1970	1.4515	1.6200	1.8328

Debit Air Kotor (Qak)

Sebelum menganalisa debit air kotor, terlebih dahulu dihitung laju pertumbuhan penduduknya untuk memproyeksikan jumlah penduduk di waktu mendatang

Proyeksi Penduduk

Tabel 20. Jumlah Penduduk Kec. Blimbing Tahun 2016-2021

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2016	178564
2017	179368
2018	180104
2019	180805
2020	182331
2021	182504

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Malang

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

$$182504 = 178564 \times (1+r)^6$$

$$(1+r)^6 = \frac{182504}{178564}$$

$$1+r = \sqrt[6]{1,022065}$$

$$r = 1,003644 - 1 = 0,003644$$

Maka jumlah penduduk Kecamatan Blimbing 10 tahun kedepan yaitu:

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

$$= 182504 \times (1+0,003644)^{10}$$

$$= 189264,80 \text{ jiwa}$$

Untuk contoh analisa debit air kotor sebagai berikut

- Air limbah (q)
 $0,8 \times 130 = 104 \text{ liter/orang/hari}$
 $= 1,2037 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{orang/detik}$
- Luas Wilayah Kec. Blimbing (A1) : 17,77 km²
- Luas tangkapan saluran (A) : 0,0038 km²
- Debit air kotor (Qak) :

Debit air kotor pada Kecamatan Blimbing (Qak1) :

$$Qak1 = \frac{P_n \times q}{A1} = \frac{183836,56 \times (1,2037 \times 10^{-6})}{17,77}$$

$$= 0,01245 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{km}^2$$

Debit air kotor pada Saluran A (Qak) :

$$Qak = Qak1 \times A = 0,01245 \times 0,0038$$

$$= 0,0000474 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 21. Debit Air Kotor Kec. Blimbing (Qak1)

Tahun Ke-	Jumlah Penduduk (Pn)	q	Luas Wilayah (A1) (km ²)	(Qak1) (m ³ /dt/km ²)
2	183836.56	1.2037×10 ⁻⁶	17.77	0.01245
5	185853.66			0.01259
10	189264.80			0.01282
25	199878.49			0.01354

Tabel 22. Debit Air Kotor Tiap Saluran

Nama Saluran	Luas (A) (km ²)	Debit Air Kotor (Qak) (m ³ /dt) tahun ke-			
		2	5	10	25
A	0.0038	0.000047	0.000048	0.000049	0.000052
B	0.0007	0.000008	0.000008	0.000008	0.000009
C	0.0019	0.000024	0.000024	0.000024	0.000026
D	0.0061	0.000076	0.000077	0.000078	0.000083
E	0.0211	0.000339	0.000343	0.000349	0.000369
F	0.0166	0.000206	0.000209	0.000213	0.000224
G	0.0146	0.000182	0.000184	0.000187	0.000197
H	0.0056	0.000069	0.000070	0.000071	0.000075
I	0.0651	0.000880	0.000889	0.000906	0.000956

Debit Banjir Rencana (Qr)

Setelah diketahui debit banjir akibat hujan (Qah) dan debit air kotor (Qak), maka analisa debit banjir rencana sebagai berikut:

Tabel 23. Debit banjir rencana (Qr)

Nama Saluran	Debit Banjir Rencana untuk Kala Ulang T (Qr) (m ³ /dt)			
	2	5	10	25
A	0.2106	0.2554	0.2851	0.3225
B	0.0447	0.0542	0.0605	0.0685
C	0.0363	0.0440	0.0491	0.0555
D	0.0462	0.0560	0.0625	0.0707
E	0.1745	0.2115	0.2360	0.2670
F	0.5617	0.6811	0.7601	0.8600
G	0.4633	0.5617	0.6269	0.7092
H	0.1678	0.2035	0.2271	0.2569
I	1.1979	1.4524	1.6209	1.8338

Evaluasi Saluran Drainase

Tabel 24. Hasil Evaluasi Saluran Drainase

Nama Saluran	Qs1 (m ³ /dt)	Qs2 (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)	Hasil		Penanganan Limpasan
				Qs>Qr	Qs<Qr	
A	0.88325	0.07569	0.28506	Qs>Qr	Qs<Qr	Normalisasi
B	0.00000	0.00000	0.06054	Qs<Qr	Qs<Qr	Redesain
C	0.10662	0.57852	0.04908	Qs<Qr	Qs<Qr	Pemeliharaan
D	0.26556	0.02854	0.06250	Qs>Qr	Qs<Qr	Normalisasi
E	1.23513	0.56345	0.23602	Qs>Qr	Qs<Qr	Pemeliharaan
F	1.61338	1.37037	0.76015	Qs>Qr	Qs<Qr	Pemeliharaan
G	0.47035	0.23759	0.62687	Qs<Qr	Qs<Qr	Redesain
H	0.15846	0.07806	0.22711	Qs<Qr	Qs<Qr	Redesain
I	1.46866	0.74484	1.62088	Qs<Qr	Qs<Qr	Redesain

Pembahasan

- Untuk menyelesaikan masalah saluran yang melimpas redesain terhadap saluran-saluran tersebut. Semua saluran didesain ulang menjadi penampang dengan bentuk persegi dengan beton karena penampang dengan bentuk persegi merupakan penampang yang paling ekonomis. Pendimensian ulang tersebut menghasilkan dimensi saluran yang berbeda, sehingga dalam pelaksanaan pekerjaannya ada transisi perubahan bentuk yang menyesuaikan pada pertemuan antara saluran-saluran yang berbeda dimensi.
- Sedangkan untuk masalah saluran yang tersumbat sedimen dan yang dipenuhi sampah yang perlu dilakukan yaitu dengan normalisasi saluran atau pengerukan sedimen dan sampah, serta
- Melakukan perawatan dan pemeliharaan yang baik terhadap saluran-saluran lain untuk mengatasi genangan sepanjang Jalan Sulfat.

Tabel 25. Hasil Penanganan Limpasan

Nama Saluran	L (m)	S	Sedimen (m)	Qs (m ³ /dt)	Qr 10 th (m ³ /dt)	Penanganan Limpasan	Qs Hasil (m ³ /dt)
A	203.00	0.0254	0.5	0.0757	0.28506	Normalisasi Saluran	0.88325
B	67.00	0.0060	0.0	0.0000	0.06054	Redesain Saluran	0.56099
C	148.00	0.0128	0.3	0.5785	0.04908	Pemeliharaan Saluran	1.06662
D	332.00	0.0036	0.4	0.0285	0.06250	Normalisasi Saluran	0.26556
E	527.50	0.0072	0.3	0.5634	0.23602	Pemeliharaan Saluran	1.23513
F	265.00	0.0211	0.1	1.3704	0.76015	Pemeliharaan Saluran	1.61338
G	183.50	0.0082	0.2	0.2376	0.62687	Redesain Saluran	2.18379
H	69.00	0.0006	0.3	0.0781	0.22711	Redesain Saluran	0.58155
I	793.00	0.0063	0.3	0.7448	1.62088	Redesain Saluran	1.91024

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan kondisi eksisting pada saluran di ruas kanan dan kiri Jalan Sulfat banyak ditemukan sampah dan sedimen serta kerusakan dinding saluran yang materialnya mengendap di saluran sehingga menimbulkan permasalahan terjadinya genangan pada saat musim penghujan tiba yang menyebabkan terganggunya arus lalu lintas pada Jalan Sulfat. Serta keadaan inlet-inlet yang menuju saluran di sisi jalan membutuhkan penanganan akan sampah dan sedimen serta perbaikan pada ketinggiannya, dimana ada beberapa inlet pada titik-titik yang terjadi genangan ketinggiannya lebih tinggi dari badan jalan.
2. Dari hasil analisa saluran eksisting didapatkan debit saluran eksisting maksimal sebesar 1,61338 m³/dt dan minimal sebesar 0,17136 m³/dt

DAFTAR PUSTAKA

Ali, Asy'ari. 2018. *Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Kota Malang, Pada Kawasan Jalan*

3. Debit banjir rencana untuk kala ulang 10 tahun pada Jalan Sulfat diperoleh hasil maksimal 1,6209 m³/dt dan minimal sebesar 0,0491 m³/dt.
4. Dari hasil analisa debit saluran eksisting terhadap debit banjir rencana terdapat 3 saluran yang mampu menampung debit banjir rencana yang akan melewati saluran pada Jalan Sulfat yaitu saluran C, E, dan F. Terdapat 2 saluran yang membutuhkan normalisasi berupa pengerukan sedimen dan sampah yaitu saluran A, dan D, Untuk Saluran B diperlukan pembuatan saluran baru karena tidak terdapat saluran eksisting. Sedangkan saluran yang membutuhkan redesain yaitu saluran G, H dan I karena kapasitas saluran tidak dapat menampung debit banjir rencana.
5. Berdasarkan hasil evaluasi saluran drainase didapatkan dua metode untuk penanganan saluran yang melimpas, yaitu dengan dilakukan normalisasi saluran berupa pengerukan sedimen dan redesain saluran-saluran yang tidak dapat menampung debit banjir rencana. Serta perlu penambahan inlet-inlet pada saluran eksisting yang tertutup.

Saran

Dari hasil analisis dan kesimpulan studi ini maka ada beberapa saran dari penulis yaitu:

1. Perlu adanya penambahan inlet-inlet yang lebih rendah daripada badan jalan pada saluran-saluran tertutup sehingga air hujan yang menggenang bisa segera mengalir ke saluran-saluran drainase yang ada.
2. Perlunya pemeliharaan berkala pada saluran-saluran yang ada untuk mengatasi permasalahan sedimentasi dan kerusakan dinding saluran agar saluran dapat berfungsi secara optimal.
3. Dibutuhkan adanya kesepakatan bersama dan tindakan tegas dari masyarakat serta instansi terkait, untuk penanganan sampah yang dibuang ke saluran serta pemanfaatan ruang diatas saluran-saluran terbuka yang berpotensi menjadi penyebab saluran tidak berfungsi secara optimal.
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menghitung debit kapasitas saluran eksisting pada jalan-jalan lingkungan yang mengarah ke Jalan Sulfat dan menganalisa arah aliran berdasarkan Peta Jaringan Drainase yang dikeluarkan oleh dinas/instansi terkait agar mendapatkan analisa yang lebih tepat.

Soekarno Hatta. Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang

Andi, Nur Syamsi Muhammad. 2017. *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Permukiman Dengan Menggunakan Perangkat Lunak*

- EPA SWMM 5.1 (Studi Kasus Perumahan Sawojajar Kota Malang)*. Skripsi. Universitas Brawijaya Malang
- Bappenas. 2006. *Pedoman Kontruksi Dan Bangunan, Dep. Pu Dalam Direktorat Pengairan Dan Irigasi. Potret Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Rad-Grk)*. Jakarta: Bappenas
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*
- Kodoatie, RJ. dan Sjarief, R. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: ANDI
- Limantara, Lily Montarcih. 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung: Lubuk Agung.
- Mundra, IW. dan Surbakti, S. 2016. *Kajian Drainase Sistem Biopori di Kelurahan Tanjungrejo Kecamatan Sukun Kota Malang*. *Spectra*, 28(XIV) Juli – Desember 2016: 19-28. Diakses 6 Juli 2022, dari Eprints Institut Teknologi Nasional Malang Repository
- Rusedie. 2022. *Evaluasi dan Perencanaan Ulang Sistem Drainase Pada Kawasan Jalan Sudimoro Kota Malang*. (Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang, 2022). Diakses dari <http://eprints.itn.ac.id/7597/>
- Rizky, Miftahur. 2016. *Evaluasi Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Di Kec. Sukun Kota Malang*. (Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang, 2019). Diakses dari <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/2467>
- Soemarto, C.D. 1999, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova
- Surbakti, S. 2021. *Normalisasi Drainase Perkotaan Pada Ruas Jalan Krucil–Tambelang (R. 53) Kabupaten Probolinggo*. *Jurnal Informanpro*, Vol 6(1)2021:50-59. Diakses 6 Juli 2022, dari Eprints Institut Teknologi Nasional Malang Repository
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI : Jakarta