

ANALISIS SALURAN DRAINASE KAWASAN JL. KOLONEL SUGIONO KECAMATAN WARU KABUPATEN SIDOARJO

Saiful Tri Wijaya¹, I Wayan Mundra², Sriliani Surbakti³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email :saiful.triwijaya@gmail.com¹

ABSTRACT

Drainage is the main means for flood control, especially in Waru District, Sidoarjo Regency, where based on information obtained from the news media on March 11, 2022 there has been flooding, especially in the area of Jalan Colonel Sugiono due to the condition of the drainage channel that has not been able to cope with the overflow of rainfall that occurred. . From the existing conditions, it is necessary to analyze rainfall data from the nearest rain gauge station in the last 10 years. To analyze the average rain area using the Algebraic average method, and from the results of the average rain area, it can be analyzed the planned flood discharge with the design rain through the EJ Gumbel distribution method. The results of the analysis of the capacity of the drainage channel obtained that the length of the existing drainage channel is 3794 meters with a maximum channel capacity discharge (Qeks) of 0.10467 m³/s and a minimum of 0.00849 m³/s. The maximum design flood discharge (Qren) is 0.0826 m³/s and the minimum is 0.0063 m³/s. So from the results of the analysis, it is still necessary to redesign for the overflow channel (Qren>Qeks) by changing the dimensions of the left segment 2 channel redesign, the width from 0.3 m to 0.4 m and height from 0.35 m to 0.4 m. . On the left and right segment 4 channels, the height of the channel is from 0.35 m and 0.4 m to 0.4 m and 0.5 m. While other channels are normalized. With the redesign of this drainage channel, it is hoped that it can seek to optimize drainage for flood control in the Colonel Sugiono road area, Waru District, Sidoarjo Regency.

Keywords: Channels; Drainage; Optimization; Flood.

ABSTRAK

Drainase merupakan sarana utama untuk pengendalian banjir khususnya di Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo, dimana berdasarkan informasi yang diperoleh dari media berita pada tanggal 11 maret 2022 telah terjadi banjir khususnya di kawasan jalan Kolonel Sugiono yang disebabkan karena kondisi saluran drainase belum mampu mengatasi luapan curah hujan yang terjadi. Dari kondisi eksisting tersebut maka perlu dilakukan analisa data curah hujan dari stasiun penakar hujan terdekat dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Untuk menganalisis hujan rata - rata wilayah menggunakan metode rata - rata Aljabar, dan dari hasil hujan rata - rata wilayah maka dapat dianalisa debit banjir rencana dengan hujan rancangan melalui metode distribusi E.J. Gumbel. Adapun hasil Analisa kapasitas saluran drainase diperoleh panjang saluran drainase eksisting yaitu 3794 meter dengan debit kapasitas saluran (Qeks) maksimum sebesar 0.10467 m³/det dan minimum sebesar 0.00849 m³/det. Besar debit banjir rencana (Qren) maksimum sebesar 0.0826 m³/det dan minimum sebesar 0.0063 m³/det. Sehingga dari hasil analisa tersebut maka masih diperlukan redesign untuk saluran yang melimpas (Qren>Qeks) dengan mengubah dimensi pada saluran segmen 2 kiri redesign lebar dari 0,3 m menjadi 0,4 m dan tinggi dari 0,35 m menjadi 0,4 m. Pada saluran segmen 4 kiri dan kanan tinggi saluran dari 0,35 m dan 0,4 m menjadi 0,4 m dan 0,5 m. Sedangkan saluran lainnya dilakukan normalisasi. Dengan adanya redesign saluran drainase ini maka diharapkan dapat mengupayakan optimalisasi drainase untuk pengendalian banjir di kawasan jalan Kolonel Sugiono Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo.

Kata Kunci: Saluran; Drainase; Optimalisasi; Banjir.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu wilayah yang sering dilanda banjir pada saat musim hujan. Berbagai upaya telah dilakukan dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir ini, namun sampai saat ini banjir masih terlihat di berbagai tempat. Dari informasi media berita (jatimnow.com) pada tanggal 11 Maret 2022 serta berdasarkan hasil survei dan

pengamatan didapatkan hasil bahwa terjadi banjir di kawasan daerah Desa Wedoro yang mana disebabkan oleh kondisi eksisting saluran drainase di Kecamatan Waru khususnya di kawasan JL. Kolonel Sugiono Desa Wedoro yang belum mampu mengatasi luapan curah hujan yang terjadi. Pemerintah setempat telah berupaya semaksimal mungkin untuk mengatasi permasalahan tersebut namun banjir masih sering

terjadi disetiap tahun. Hal ini yang menyebabkan perlu adanya studi analisis terhadap saluran drainase yang bertujuan untuk mengupayakan rencana pengendalian banjir dikawasan tersebut.

2. LANDASAN TEORI

Drainase

Menurut Dr. Ir. Suripin, M.Eng. (2004;7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase 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.

Analisa Hidrologi

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 Analisis ini menggunakan metode Rerata Aljabar untuk perhitungan curah hujan rerata daerahnya.

Metode Rerata Aljabar

Untuk cara perhitungan Rerata Aljabar dapat dihitung dengan memakai rumus berikut :

$$P = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + Pn}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{Pi}{n}$$

Dimana :

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

P1,P2,P3...Pn = Tinggi curah hujan pada pos penakar

n = Banyaknya pos penakar.

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≈0 Ck≈3
Log Normal	Cs = 0,82 Ck = 4,22
Log Pearson Tipe III	Cs ≠ 0
E.J. Gumbel	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002

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

Distribusi Log Pearson Tipe III

Untuk persamaan distribusi Log Pearson Tipe III dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_R = \text{Log } X_i + K_T \cdot Sd$$

Dimana:

Log X_R = Curah Hujan Rencana kala ulang T tahun

Log X_i = Varian Logaritma ke i

Kt = 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	-2.335	-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	-1.250	-0.936	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	-0.930	0.033	0.850	1.258	1.539	1.680	1.946	2.178	2.388	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	1.528	1.720	1.880	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	-1.859	-1.339	-0.769	0.149	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	1.130	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	-2.335	-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	-2.252	-1.616	-1.270	-0.805	0.017	0.835	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	-0.818	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:

$$X_T = \bar{X} + S \cdot K$$

Dimana:

- X_T = Debit rencana periode ulang T tahun
- \bar{X} = Debit aliran maksimum tahunan rata-rata
- S = Standar Deviasi
- K = Faktor frekuensi untuk periode ulang T

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

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

Dimana :

- K = Faktor Probabilitas
- YTr = Reduce Variate
- Yn = Reduce Mean
- Sn = 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 Distribusi Frekuensi

Untuk mengetahui apakah suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih, maka setelah penggambarannya pada kertas probabilitas perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian ini biasanya dengan uji kesesuaian (*testing of goodness of fit*) yang dilakukan dengan dua cara yaitu Smirnov Kolmogorov dan Uji Chi Square.

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:

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

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 perbandingan antara limpasan air hujan dengan total hujan yang menyebabkan limpasan. Sehingga untuk menghitung besarnya koefisien pengaliran rata – rata digunakan rumus rata – rata hitung sebagai berikut (CD. Soemarto, 1978,217) :

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

Dimana:

- C = koefisien pengaliran rata-rata
- A_i = luas daerah tiap tata guna lahan (km²)
- C_i = koefisien pengaliran tiap tata guna lahan

Debit Banjir Rencana

Debit rencana adalah besarnya debit yang direncanakan untuk suatu periode waktu yang direncanakan. Analisa debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional (Mullvaney, 1881

dan Kuichling, 1889). Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan keras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS dianggap kecil bila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu. Metode Rasional didasarkan pada persamaan 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)

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 (m²)
 P = Keliling basah

Untuk luasan dan keliling penampang basah saluran sebagai berikut:

Saluran Persegi

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

Dimana:

- A = Luas penampang saluran (m²)
 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

$$Q = A.V$$

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_{eks} ≥ Q_{ren} maka kapasitas saluran memenuhi, sehingga tidak diperlukan adanya optimalisasi berupa *redesign* saluran.
- Apabila Q_{eks} < Q_{ren} maka kapasitas saluran tidak memenuhi, sehingga diperlukan adanya optimalisasi berupa *redesign* saluran.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut peta lokasi analisis saluran drainase kawasan Jalan Kolonel Sugiono Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Peta Lokasi Analisis

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 curah hujan 10 tahun (2012-2021) dari stasiun pengamatan curah hujan Stamet Juanda.
 - Data Peta; Peta Tata Guna Lahan dan Peta Topografi Kabupaten Sidoarjo.

Analisis Data

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

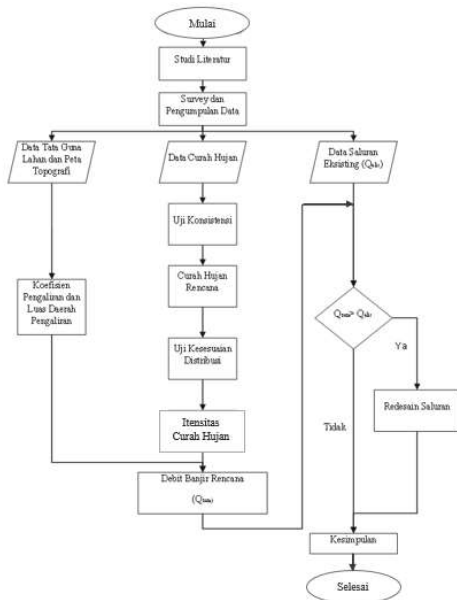
- Analisa Hidrolika Saluran
 Menganalisa kapasitas tampung saluran drainase dari data-data saluran eksisting.
- Analisa Hidrologi
 1. Menganalisa data curah hujan dari stasiun penakar hujan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir
 2. Analisa curah hujan rerata dengan metode Rerata Aljabar
 3. Menghitung curah hujan rencana dengan distribusi frekuensi yang memenuhi, yaitu Distribusi E. J. Gumbel dan Log Pearson Tipe III.

- Menguji kesesuaian distribusi frekuensi dengan metode *Chi-Square* dan *Smirnov Kolmogorof*.
- Memilih curah hujan rancangan dari distribusi frekuensi yang sesuai, yaitu curah hujan rancangan dari distribusi E. J. Gumbel.
- Menghitung intensitas curah hujan dengan rumus Mononobe.
- Menghitung Luas Daerah Pengaliran.
- Menghitung Koefisien Pengaliran.
- Menghitung debit banjir rencana (Q_r).

Optimalisasi Saluran Drainase

- Membandingkan kapasitas saluran drainase (Q_{eks}) dengan debit banjir rencana (Q_{ren}), jika $Q_{ren} > Q_{eks}$ maka perlu dilakukan penanganan pada saluran yang melimpas, jika $Q_{ren} < Q_{eks}$ maka saluran dilakukan perawatan
- Melakukan penanganan pada saluran yang melimpas redesain saluran drainase.

Untuk diagram alir penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram Alir Analisis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidraulika Kapasitas Saluran Drainase

Analisa kapasitas saluran dilakukan untuk mengetahui kemampuan tampungan pada saluran drainase, pada Analisa ini kondisi saluran dianggap dalam keadaan baik tanpa memperhatikan sedimentasi dan kerusakan yang terjadi.

Tabel 6. Analisa Kapasitas Saluran Drainase (Qeks)

Nama Saluran	dH	Panjang Sal (L) (m)	Kemiringan Dasar Sal (S)	Lebar (b) (m)	Tinggi (H) (m)	Tinggi air (h) (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Keliling (P) (m)	Jar-jari Hidraulis (R) (m)	Koef. Manning (n)	Kec. aliran V (m/s)	Kapasitas Saluran (m ³ /s)
Segmen 1 Kiri	2	530,42	0,0038	0,3	0,35	0,28	0,0840	0,8660	0,0977	0,013	1,0018	0,08415
Segmen 2 Kiri	0,8	1631,96	0,0005	0,3	0,35	0,28	0,0840	0,8660	0,0977	0,013	0,3612	0,03034
Segmen 3 Kiri	1,3	222,85	0,0058	0,3	0,35	0,28	0,0840	0,8660	0,0977	0,013	1,2461	0,10467
Segmen 4 Kiri	0,5	1117,59	0,0004	0,2	0,35	0,28	0,0840	0,8660	0,0977	0,013	0,3451	0,02899
Segmen 5 Kiri	0,2	291,05	0,0007	0,2	0,35	0,28	0,0560	0,7600	0,0737	0,013	0,3544	0,01985
Segmen 1 Kanan	2	530,42	0,0038	0,3	0,35	0,28	0,0840	0,8660	0,0977	0,013	1,0018	0,08415
Segmen 2 Kanan	0,8	1631,96	0,0005	0,2	0,2	0,16	0,0320	0,5200	0,0615	0,013	0,2655	0,00849
Segmen 3 Kanan	1,3	222,85	0,0058	0,3	0,35	0,28	0,0840	0,8660	0,0977	0,013	1,2461	0,10467
Segmen 4 Kanan	0,5	1117,59	0,0004	0,5	0,4	0,32	0,1600	1,1400	0,1404	0,013	0,4394	0,07031
Segmen 5 Kanan	0,2	291,05	0,0007	0,4	0,4	0,32	0,1280	1,0400	0,1231	0,013	0,4989	0,06386

Analisa Hidrologi Curah Hujan Maksimum

Curah hujan maksimum didapat dari analisa data curah hujan 10 tahun terakhir yang dimana data tertinggi dari curah hujan bulanan akan menjadi curah hujan maksimum tiap tahunnya.

Tabel 7. Data Curah Hujan Maksimum

No.	Tahun	Hujan Maksimum (mm/hr)
1	2012	13,27
2	2013	15,39
3	2014	11,43
4	2015	13,74
5	2016	16,23
6	2017	13,46
7	2018	15,23
8	2019	14,61
9	2020	17,58
10	2021	17,98

Curah Hujan Rerata Daerah

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

Tabel 8. Curah Hujan Rerata Daerah

No	Tahun	Stasiun Penakar Hujan	Rerata (mm)
		Stamet Juanda	
1	2012	13,27	13,27
2	2013	15,39	15,39
3	2014	11,43	11,43
4	2015	13,74	13,74
5	2016	16,23	16,23
6	2017	13,46	13,46
7	2018	15,23	15,23
8	2019	14,61	14,61
9	2020	17,58	17,58
10	2021	17,98	17,98

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 9. Hasil Analisa Frekuensi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisa	Keterangan
Normal	Cs ≈ 0	0,0196	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 3	3,5591	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = 0,82	-0,2792	Tidak Memenuhi
	Ck = 4,22	3,8414	Tidak Memenuhi
LP 3	Cs ≠ 0	-0,2792	Memenuhi
E.J Gumbel	Cs ≤ 1,1396	0,0196	Memenuhi
	Ck ≤ 5,4002	3,5591	Memenuhi

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 10. Curah Hujan Rencana Log Pearson III

Periode Ulang	Kt	Xt	Hujan Rencana
2	0.108	1.172	14.989
5	0.125	1.215	17.543
10	1.65	1.244	18.547
25	1.90	1.268	19.201

E.J. Gumbel

Tabel 11. Curah Hujan Rencana E.J. Gumbel

Periode Ulang	Yn	Sn	Yt	Hujan Rencana
2	0.495	0.95	0.367	14,6173
5	0.495	0.95	1.500	17,0367
10	0.495	0.95	2.250	18,6386
25	0.495	0.95	3.199	20,6626

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 12. Uji Chi-Square Distribusi Log Pearson III

NO	BATAS KELAS	JUMLAH DATA		Ef - Of	Ef - Of ²
		EXPECTED FREQUENCY (Ef)	OBSERVED FREQUENCY (Of)		
1	0 - 13,443	2,5	2	0,5	0,10
2	13,443 - 14,861	2,5	3	-0,5	0,10
3	14,861 - 16,306	2,5	3	-0,5	0,10
4	16,306 <	2,5	2	0,5	0,10
JUMLAH		10	10		0,4

Tabel 13. Uji Chi-Square Distribusi E.J. Gumbel

NO	BATAS KELAS	JUMLAH DATA		Ef - Of	Ef - Of ²
		EXPECTED FREQUENCY (Ef)	OBSERVED FREQUENCY (Of)		
1	0 - 13,138	2,5	1	1,5	0,90
2	13,18 - 14,617	2,5	4	-1,5	0,90
3	14,617 - 16,494	2,5	3	-0,5	0,10
4	16,494 <	2,5	2	0,5	0,10
JUMLAH		10	10		2,0

Dari hasil analisa di atas didapat nilai X² sebesar 2, maka dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas untuk kedua distribusi dapat **diterima** (X² < X²_{cr}; 2 < 5,991)

Uji Smirnov Kolmogorof

Tabel 14. Uji Smirnov Kolmogorof Log Pearson III

No.	Tinggi Hujan	Log x	Pe (x) (%)	K	Pt (x) (%)	Pe (x) - Pt (x)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	17,98	1,2548	9,09	1,4258	15,88	6,7939
2	17,58	1,2450	18,18	1,2629	19,73	1,6501
3	16,23	1,2103	27,27	0,6844	33,39	6,1218
4	15,39	1,1872	36,36	0,2996	42,48	6,1183
5	15,23	1,1827	45,45	0,2340	44,27	1,1856
6	14,61	1,1647	54,55	-0,0710	51,38	3,1697
7	13,74	1,1380	63,64	-0,5215	61,87	1,7623
8	13,46	1,1290	72,73	-0,6705	65,39	7,3326
9	13,27	1,1229	81,82	-0,7735	67,83	13,9926
10	11,43	1,0580	90,91	-1,8542	93,35	2,4402
Jumlah		11,6627				
Rerata		1,1693			Δ maks	13,9926
Simpangan Baku		0,0600				
Koefisien Kepekaan		-0,2792				

Tabel 15. Uji Smirnov Kolmogorof E.J. Gumbel

No.	Curah Hujan (mm)	Pe (x) (%)	K	Yt (%)	Tr (balhun)	P' (%)	Pe - P' (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	17,98	9,09	1,5233	1,9418	7,4835	13,3627	4,2718
2	17,58	18,18	1,3259	1,7544	6,2947	15,8865	2,2954
3	16,23	27,27	0,6600	1,1220	3,5981	27,7923	0,5196
4	15,39	36,36	0,2457	0,7285	2,6120	38,2844	1,9207
5	15,23	45,45	0,1667	0,6535	2,4655	40,5598	4,8947
6	14,61	54,55	-0,1391	0,3631	1,9953	50,1166	4,4268
7	13,74	63,64	-0,5683	-0,0445	1,5421	64,8478	1,2114
8	13,46	72,73	-0,7064	-0,1756	1,4360	69,6393	3,0880
9	13,27	81,82	-0,8001	-0,2647	1,3731	72,8261	8,9901
10	11,43	90,91	-1,7077	-1,1266	1,0479	95,4283	4,5192
Jmi	148,92						
Rerata	14,89						
Sd	2,0272						

Dari hasil analisa di atas didapat nilai ΔP maks < ΔP kritis ,maka dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas untuk kedua distribusi dapat **diterima** (ΔP maks < ΔP kritis; ΔP 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 8,99

Debit Banjir Rencana Koefisien Pengaliran

Tabel 16. Koefisien Pengaliran

Nama Saluran	Luas Cuna Lahan (km ²) / Koef. Pengaliran					Luas Total (km ²)	C Kawasan
	Jalan 0,8	Pemukiman 0,7	Perdagangan 0,7	Industri 0,6	Umum 0,75		
Segmen 1 kiri	0,0021	0,0180	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0209
Segmen 2 Kiri	0,0065	0,0552	0,0009	0,0066	0,0018	0,0100	0,1110
Segmen 3 Kiri	0,0009	0,0132	0,0044	0,0000	0,0000	0,0000	0,0185
Segmen 4 Kiri	0,0045	0,0236	0,0030	0,0000	0,0000	0,0019	0,0329
Segmen 5 Kiri	0,0012	0,0035	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0057
Segmen 1 Kanan	0,0021	0,0034	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049	0,0104
Segmen 2 Kanan	0,0065	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0065
Segmen 3 Kanan	0,0009	0,0121	0,0037	0,0000	0,0000	0,0000	0,0167
Segmen 4 Kanan	0,0045	0,0597	0,0036	0,0000	0,0000	0,0000	0,0758
Segmen 5 Kanan	0,0012	0,0108	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0127

Intensitas Curah Hujan

Tabel 17. Intensitas Curah Hujan

Nama Saluran	Elongasi		AH (m)	L (m)	S	Tc (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)			
	Awal	Akhir					2	5	10	25
Segmen 1 Kiri	5	3	2,00	530,42	0,0038	0,3491	10,2215	11,9133	13,0335	14,4488
Segmen 2 Kiri	3,8	3	0,80	1631,96	0,0005	1,8192	3,4005	3,9634	4,3360	4,8069
Segmen 3 Kiri	3,8	2,5	1,30	222,85	0,0058	0,1513	17,8437	20,7972	22,7526	25,2233
Segmen 4 Kiri	2,5	2	0,50	1117,59	0,0004	1,4078	4,0343	4,7020	5,1441	5,7027
Segmen 5 Kiri	2	1,8	0,20	291,05	0,0007	0,4235	8,8656	10,4728	11,4575	12,7017
Segmen 1 Kanan	5	3	2,00	530,42	0,0038	0,3491	10,2215	11,9133	13,0335	14,4488
Segmen 2 Kanan	3,8	3	0,80	1631,96	0,0005	1,8192	3,4005	3,9634	4,3360	4,8069
Segmen 3 Kanan	3,8	2,5	1,30	222,85	0,0058	0,1513	17,8437	20,7972	22,7526	25,2233
Segmen 4 Kanan	2,5	2	0,50	1117,59	0,0004	1,4078	4,0343	4,7020	5,1441	5,7027
Segmen 5 Kanan	2	1,8	0,20	291,05	0,0007	0,4235	8,8656	10,4728	11,4575	12,7017

Debit Banjir Rencana (Qren)

Setelah didapat nilai koefisien pengaliran dan intensitas curah hujan, selanjutnya dapat menganalisa debit banjir rencana yang akan dialirkan pada tiap saluran drainase. Hasil analisis besar debit rencana dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Debit banjir rencana (Qr)

No	Saluran	C	I (mm/det)	A (km ²)	Q (m ³ /det)
1	Segmen 1 kiri	0,71	13,0335	0,0209	0,0536
2	Segmen 2 Kiri	0,62	4,3360	0,1110	0,0835
3	Segmen 3 Kiri	0,70	22,7526	0,0185	0,0826
4	Segmen 4 Kiri	0,68	5,1441	0,0329	0,0321
5	Segmen 5 Kiri	0,70	11,4575	0,0057	0,0127
6	Segmen 1 Kanan	0,46	13,0335	0,0104	0,0174
7	Segmen 2 Kanan	0,80	4,3360	0,0065	0,0063
8	Segmen 3 Kanan	0,71	22,7526	0,0167	0,0744
9	Segmen 4 Kanan	0,67	5,1441	0,0758	0,0732
10	Segmen 5 Kanan	0,68	11,4575	0,0127	0,0274

Perbandingan Qeksisting dengan Qrencana

Tabel 19. Hasil Evaluasi Saluran Drainase

Tipe Saluran	Debit Rencana (m ³ /det)	Kapasitas Tampung Eksisting (m ³ /det)	Ket
Segmen 1 kiri	0,0536	0,08415	Aman
Segmen 2 Kiri	0,0835	0,03034	Melimpas
Segmen 3 Kiri	0,0826	0,10467	Aman
Segmen 4 Kiri	0,0321	0,02899	Melimpas
Segmen 5 Kiri	0,0127	0,01985	Aman
Segmen 1 Kanan	0,0174	0,08415	Aman
Segmen 2 Kanan	0,0063	0,00849	Aman
Segmen 3 Kanan	0,0744	0,10467	Aman
Segmen 4 Kanan	0,0732	0,07031	Melimpas
Segmen 5 Kanan	0,0274	0,06386	Aman

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 Kolonel Sugiono.

Tabel 20. Hasil Penanganan Limpasan

Nama Saluran	AH	Panjang Sal (L)	S	Lebar (R)	Tinggi air (P)	Luas Penampang (A)	Kemiringan Basah (P)	Jari-jari Hidrolik Saluran (R)	Koef. Manning (n)	Kec. Aliran (V)	Kapasitas Saluran (m ³ /det)
Segmen 2 Kiri	0,800	1631,960	0,000	0,400	0,300	0,128	1,040	0,123	0,013	0,421	0,054
Segmen 4 Kiri	0,5	1117,5912	0,000447	0,3	0,32	0,096	0,64	0,10212766	0,013	0,3549138	0,03412777
Segmen 4 Kanan	0,5	1117,5912	0,000447	0,5	0,4	0,2	1,3	0,153846154	0,013	0,481151682	0,05343026

Tabel 21. Analisa Qeks Redesign Terhadap Qren

Nama Saluran	Debit Sal. Eksisting Qe2	Debit Banjir Rencana 10 tahun Qr	Hasil Analisa
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	
Segmen 2 Kiri	0,05394	0,05285	Aman
Segmen 3 Kiri	0,10467	0,08280	Aman
Segmen 4 Kiri	0,03413	0,03213	Aman

5. PENUTUP

Kesimpulan

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

1. Kondisi eksisting saluran drainase di kawasan Jl. Kolonel Sugiono berdasarkan hasil pengamatan maka panjang saluran drainase eksisting memiliki panjang saluran 4073 meter. Dimana sepanjang saluran drainase eksisting tersebut memiliki permasalahan yaitu segmen 2 langsung di lokasi terdapat beberapa titik permasalahan, antara lain di titik A pada segmen 2, titik C diantara segmen 2 dan segmen 3, titik D di antara segmen 3 dan segmen 4, dan E di antara segmen 4 dan segmen 5 terdapat saluran air yang mengalami penyempitan akibat sedimentasi dan tumpukan sampah, sedangkan di titik B pada segmen 2, di titik C di antara segmen 2 dan segmen 3, serta E diantara segmen 4 dan segmen 5 saluran mengalami kerusakan akibat pembangunan yang tidak memperhatikan saluran drainase dan akibat vegetasi menyebabkan tepian saluran rusak.
2. Kinerja saluran drainase di kawasan Jl. Kolonel Sugiono berdasarkan hasil Analisa sebagai berikut
 - Pada saluran segmen 1 kiri kapasitas saluran yaitu 0,08415 m³/det.
 - Pada saluran segmen 1 kanan kapasitas saluran yaitu 0,08415 m³/det.
 - Pada saluran segmen 2 kiri kapasitas saluran yaitu 0,03034 m³/det.
 - Pada saluran segmen 2 kanan kapasitas saluran yaitu 0,00849 m³/det.
 - Pada saluran segmen 3 kiri kapasitas saluran yaitu 0,10467 m³/det.

- Pada saluran segmen 3 kanan kapasitas saluran yaitu 0.10467 m³/det.
 - Pada saluran segmen 4 kiri kapasitas saluran yaitu 0.02899 m³/det.
 - Pada saluran segmen 4 kanan kapasitas saluran yaitu 0.07031 m³/det.
 - Pada saluran segmen 5 kiri kapasitas saluran yaitu 0.01985 m³/det.
 - Pada saluran segmen 5 kanan kapasitas saluran yaitu 0.06386 m³/det.
3. Besar debit rencana maksimum kala ulang 10 tahun yang akan dialirkan menuju saluran drainase Jl. Kolonel Sugiono sebagai berikut
- Pada saluran segmen 1 kiri debit rencana yaitu 0,05358 m³/det.
 - Pada saluran segmen 1 kanan debit rencana yaitu 0.0174 m³/det.
 - Pada saluran segmen 2 kiri debit rencana yaitu 0.05265 m³/det.
 - Pada saluran segmen 2 kanan debit rencana yaitu 0.0063 m³/det.
 - Pada saluran segmen 3 kiri debit rencana yaitu 0.0826 m³/det.
 - Pada saluran segmen 3 kanan debit rencana yaitu 0.07444m³/det.
 - Pada saluran segmen 4 kiri debit rencana yaitu 0.03213 m³/det.
 - Pada saluran segmen 4 kanan debit rencana yaitu 0.07317 m³/det.
 - Pada saluran segmen 5 kiri debit rencana yaitu 0.01271 m³/det.
 - Pada saluran segmen 5 kanan debit rencana yaitu 0.02736 m³/det.
4. Optimalisasi atau penanganan saluran drainase pada kawasan Jl. Kolonel Sugiono adalah sebagai berikut :
- Dari hasil analisa terdapat 3 saluran yang melimpas terhadap debit banjir rencana yaitu saluran segmen 2 kiri, saluran segmen 4 kiri, dan saluran segmen 4 kanan, sehingga perlu adanya optimalisasi berupa redesign saluran, sebagai berikut :
 - ~Pada saluran segmen 2 kiri dilakukan redesign dengan mengubah lebar (b) dari 0.3 m menjadi 0.4 m dan tinggi (H) dari 0.35 m menjadi 0.4 m.
 - ~Pada saluran segmen 4 kiri dilakukan redesign dengan mengubah tinggi (H) dari 0.35 m menjadi 0.4 m.
 - ~Pada saluran segmen 4 kanan dilakukan redesign dengan mengubah tinggi (H) dari 0.4 m menjadi 0.5 m.

- Untuk kapasitas saluran yang masih memenuhi terhadap debit banjir rencana perlu adanya optimalisasi saluran berupa normalisasi saluran, normalisasi saluran ini meliputi pengerukan sedimen, pembersihan vegetasi dan sampah yang menumpuk di saluran, sehingga aliran air dapat mengalir dengan lancar.

Saran

Dengan melihat hasil analisis saluran drainase, maka dapat disarankan beberapa hal berikut:

- Bagi masyarakat untuk tidak membuang sampah sembarangan terutama pada saluran drainase, dikarenakan dapat menyebabkan tersumbatnya saluran yang dapat menyebabkan luapan air atau yang sering disebut dengan banjir.
- Melakukan pembersihan saluran drainase secara berkala supaya tidak terjadi penumpukan sedimen dan barang-barang yang dapat membuat berkurangnya kapasitas saluran.
- Bagi pemerintah untuk membuat penyuluhan tentang pentingnya menjaga kebersihan sekitar supaya masyarakat tidak membuang sampah sembarangan.
- Bagi peneliti yang ingin menyempurnakan analisis ini disarankan untuk meninjau sistem atau jaringan saluran drainase yang terhubung drainase di Jl. Kolonel Sugiono.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. 2006. *Pedoman Konstruksi Dan Bangunan, Dep. Pu Dalam Direktorat Pengairan Dan Irigasi*. Potret Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Rad-Grk). Jakarta: Bappenas
- C. D. Soemarto, 1999, Hidrologi Teknik, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Fajar, Zainul. 2022. Warga Waru Sidoarjo Sambat: Banjir Tiap Hujan, Bukan Tiap Tahun. <https://Jatimnow.Com/Baca-42608-Warga-Waru-Sidoarjo-Sambat-Banjir-Tiap-Hujan-Bukan-Tiap-Tahun-Pada-11-Maret-2022>
- H.A Halim Hasmar, 2011, Drainase Terapan, Uii Press, Yogyakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan
- Khotimah, Baiq Husnul. Kustamar. dan Nenny Roostrianawaty (2020) Peningkatan Kinerja Sistem Saluran Drainase Kecamatan Kertosono Kabupaten Nganjuk. Sondir, 4 (1). ISSN 1979-283
- Kurnianto, Ivanda. 2017. Rencana Pengendalian Banjir Di Saluran Sekunder Rungkut Barata Dan Rungkut Menanggal Kota Surabaya.

- Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Limantara, Lily Montarcih. 2010. Hidrologi Praktis. Bandung: Lubuk Agung.
- Mundra, I Wayan. Nenny Roostrianawaty. dan Ryanwira Adha (2020) Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Nganjuk. Sondir, 4 (1). ISSN 1979-2832
- Qurniawan, Yarzis Andy. 2009. Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Josroyo Permai Rw 11 Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar. Karanganyar: Universitas Sebelas Maret
- Ryan, M Fachri. 2020. Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau. Riau: Universitas Islam Indonesia
- Satya, Widhita Herlambang. 2015. Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Di Wilayah Jombang. Jombang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Shahin,1976, Statistical Analysis In Hidrology, Ihe Delf, Nedeland.
- Shahin,1976, Statistical Analysis In Hidrology, Ihe Delf, Nedeland.
- Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Bandung: Nova
- Surbakti, S. 2021. Normalisasi Drainase Perkotaan Pada Ruas Jalan Krucil–Tabelang (R. 53) Kabupaten Probolinggo. Jurnal Informanpro, Vol 6(1)2021:50-59. Diakses 6 Juli 2022, dari Eprints Institut Teknologi Nasional Malang Repository
- Suripin, Ir, M. Eng, Dr. 2002. Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air, Andi Offset, Yogyakarta.