

STUDI EVALUASI KONDISI EXISTING SISTEM DRAINASE (STUDI: KASUS DI KELURAHAN WONOREJO RW 08 SURABAYA)

Ardi Nurcahyo¹⁾, Nurul Jannah Asid²⁾, Rizki Astri Apriliani³⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo,
Surabaya, Indonesia

Email: ardinurcahyo29@gmail.com

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo,
Surabaya, Indonesia

Email: nurul.jannah@unitomo.ac.id

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo,
Surabaya, Indonesia

Email: rizki.apriliani@unitomo.ac.id

Abstract

The environment of Rw 08, Wonorejo sub-district, Rungkut sub-district is the East Surabaya area. In the rw 08 area, the condition of housing with land use consisting of schools and markets means that some development facilities do not function effectively. The facility in question is a drainage channel. So when it rains the water overflows and causes flooding. This problem occurs in drainage channels in several RT where surface runoff occurs and sedimentation builds up in existing channels. Then hydrological and hydraulic analysis is carried out to determine the capacity of the drainage channel. So planning a drainage system is needed. After that, an analysis of the channel cross-section evaluation calculation is carried out, where the planned Q is $>$ (smaller) than the channel Q . Then a frequency analysis calculation was carried out to get the average rainfall, then a return period rainfall calculation was carried out to get the planned rainfall value for 10 years. After the analysis was carried out in the Wonorejo Rw 08 sub-district area, it was found that the condition of several sections of drainage channels could not hold water. , which is caused by the dimensions of drainage channels which cannot accommodate rainwater runoff, while several channels without planning cannot accommodate rainwater runoff and wastewater. After carrying out calculations and research, the results showed that the planned discharge was 21,039 m³/second and there were 171 drainage channel sections, there were 49 drainage channel sections that could not accommodate the runoff water discharge caused by the different dimensions of each RT, after re-planning there were additional Primary channel and re-planning the drainage channel section. To accommodate dirty water discharge and rainwater runoff, a U-Ditch has been planned to use a re-planned drainage channel with dimensions of 0.4 x 0.4 m to 1 x 1 m.

Keywords: Hydrological analysis, hydraulic analysis, drainage planning.

Abstrak

Lingkungan Rw 08 kelurahan Wonorejo kecamatan rungkut merupakan wilayah Surabaya Timur. Di wilayah rw 08 keadaan perumahan dengan tata guna lahan yang terdiri dari sekolah dan pasar menyebabkan sebagian sarana pembangunan tidak berfungsi dengan efektif. Sarana yang dimaksudkan adalah saluran drainase. Sehingga ketika hujan air meluap dan menyebabkan banjir. Permasalahan tersebut terjadi pada saluran drainase di beberapa RT dimana terjadi limpasan permukaan dan penumpukan sedimentasi pada saluran yang ada. Kemudian dilakukan analisis hidrologi dan hidrolika untuk mengetahui kapasitas saluran drainase. Maka diperlukan perencanaan sistem drainase. Setelah itu dilakukan analisis perhitungan Evaluasi penampang saluran, dimana Q rencana $>$ (lebih kecil) dari Q saluran. Kemudian dilakukan perhitungan analisis frekuensi untuk mendapatkan curah hujan rata – rata, kemudian dilakukan perhitungan curah hujan periode ulang untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana selama 10 tahun. Setelah dilakukan Analisis pada wilayah kelurahan Wonorejo Rw 08 didapatkan kondisi beberapa ruas saluran drainase yang tidak dapat menampung air, yang disebabkan oleh dimensi saluran drainase yang tidak dapat menampung limpasan air hujan, adapun beberapa saluran tanpa perencanaan yang tidak dapat menampung limpasan air hujan dan air limbah. Setelah dilakukan perhitungan dan penelitian didapatkan hasil data besar debit rencana sebesar 21.039 m³/detik dan terdapat 171 ruas saluran drainase, terdapat 49 ruas saluran drainase yang tidak bisa menampung debit air limpasan yang disebabkan oleh dimensi yang berbeda setiap RT, setelah melakukan perencanaan ulang terdapat penambahan saluran Primer dan merencanakan ulang ruas saluran drainase. Untuk dapat menampung debit air kotor dan limpasan air hujan maka direncanakan saluran drainase yang telah direncanakan ulang digunakan U-Ditch dengan dimensi 0.4 x 0.4 m sampai 1 x 1 m.

Kata Kunci: Analisis Hidrologi, Analisis hidrolika, Perencanaan drainase.

PENDAHULUAN

Kelurahan Wonorejo merupakan salah satu kelurahan yang berada di Kecamatan Rungkut, Surabaya. Dengan luas ± 650 ha, menjadikannya kelurahan nomor dua terluas di Kecamatan Rungkut. Kelurahan Wonorejo merupakan salah satu daerah penyangga bagi kota Surabaya pusat. Sebagai salah satu daerah penyangga, keberadaan Kelurahan Wonorejo semakin penting seiring dengan berjalannya waktu. Tidak bisa dipungkiri semakin berkembang dan majunya suatu daerah semakin banyak penduduk yang menempati daerah tersebut. Penambahan penduduk terjadi karena beberapa faktor, antaranya kelahiran dan migrasi. Bertambahnya kawasan hunian berikut fasilitasnya menyebabkan pemanfaatan lahan yang semula terbuka dan bersifat lolos air yang berfungsi sebagai daerah resapan, berubah menjadi kawasan tertutup perkerasan yang bersifat kedap air sehingga mengurangi fungsinya sebagai daerah resapan.

Adapun wilayah yang dimaksud adalah wilayah lingkungan RW 08 Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut kota Surabaya. Pada Kecamatan ini terdapat suatu sistem jaringan drainase, namun sampai saat ini belum berfungsi dengan baik sehingga sering terjadi genangan air pada beberapa ruas jalan saat musim penghujan. Hal ini disebabkan tidak terkoneksinya sistem jaringan drainase antara jaringan lain yang disebabkan dari lahan kosong, akibat banyaknya kawasan yang mengalami perubahan fungsi lahan dan terjadi pendangkalan akibat endapan lumpur dan sampah. Banjir terjadi diprediksi karena saluran eksisting tidak mampu menampung debit aliran. Padatnya penduduk di wilayah Wonorejo menjadikan salah satu faktor banjir. Oleh karena itu, perencanaan sistem drainase dalam wilayah RW 08 Wonorejo mendapat perhatian yang penting guna terhindar dari bencana banjir atau genangan air hujan.

Kedadaan drainase yang masih kurang baik pada daerah tersebut menyebabkan banjir terutama pada saat musim hujan. Hal ini dikarenakan kondisi saluran drainase yang ada di beberapa titik yang tidak berfungsi. dan belum ada perencanaan drainase pada wilayah RW 08 Wonorejo, Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan genangan air jika limpasan air hujan tidak bisa mengalir dengan baik disalurkan drainase yang ada. Maka diperlukan perencanaan saluran drainase agar bisa berfungsi dengan baik dan tidak terjadi genangan air ketika curah hujan tinggi.

Untuk itu, yang dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah perencanaan saluran drainase. Setelah melakukan penelitian di lokasi ini mempunyai lebar dan tinggi yang berbeda. Lebar saluran berkisar antara 12 cm - 13 cm, sedangkan tinggi saluran berkisar antara 15 cm - 23 cm. beberapa saluran mengalami kerusakan dan penumpukan sedimen sehingga dapat menjadikan penyebab banjir.

Lokasi penelitian berada di kecamatan Rungkut, Wonorejo, Surabaya dengan luas wilayah 523.285 m² Lokasi tersebut dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 Layout berdasarkan Google Earth

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan beberapa metode dalam menentukan debit dan perencanaan dimensi, maka dalam penelitian ini digunakan metode polygon Thiessen untuk menentukan hujan rata - rata kawasan. Digunakan metode polygon Thiessen dikarenakan metode ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 - 5.000 km², untuk perencanaan dimensi sama dengan metode peneliti terdahulu hanya saja mempunyai pembeda di objek penelitian, dan memiliki pembeda dilokasi penelitian yaitu dikawasan Wonorejo RW 08 Surabaya.

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu perencanaan bangunan air. Kemudian debit dipergunakan untuk perhitungan perencanaan saluran drainase

Metode Polygon Thiessen

metode polygon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 - 5.000 km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

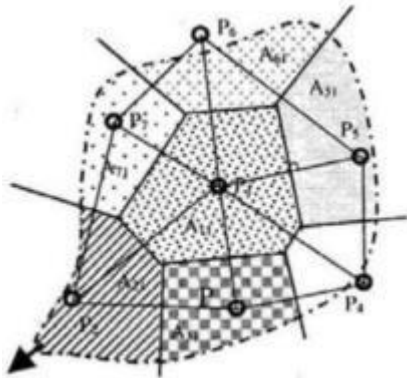
1. Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS. Antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung.
2. Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen. Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan pos penakar yang ada didalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.

- Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS, A, dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon.
- Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = (P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_n A_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n) =$$

Keterangan :

- P : hujan rata-rata (mm)
 - P_1, P_2, P_3, P_n : jumlah hujan tiap stasiun (mm).
 - A_1, A_2, A_3, A_n : luas sub-area yang mewakili tiap stasiun (km²).
- (Dr. Ir. Suripin, M Eng, 2004)



Gambar 2 Metode Thiessen Polygon
(Dr. Ir. Suripin, M Eng, 2004)

Analisis Frekuensi dan Probabilitas Distribusi Log Pearson Tipe III

Tiga parameter penting dalam Log-Person III, adalah :

- Harga rata-rata;
- Simpangan baku;
- Koefisien kemencengan.

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi

Log-Person III :

Ubah data ke bentuk logaritmis, $X = \log X$

Hitung harga rata-rata :

$$\log X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

Hitung harga simpangan baku :

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1} \right]^{0.5}$$

Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log XT = \log X + K.s$$

(Dr. Ir. Suripin, M Eng, 2004)

Uji Distribusi Data

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu ChiKuadrat

ataupun dengan Smirnov-Kolmogorov. Umumnya pengujian dilaksanakan dengan cara menggambarkan data pada kertas peluang dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus. (Soewarno, 1995)

Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksud untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

χ^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

(Soewarno, 1995)

Prosedur uji Chi-Kuadrat adalah :

- Menyusun data hasil observasi (besar ke kecil atau sebaliknya).
- Bagilah data menjadi subgrup G, dengan minimal 4 titik data observasi per subgrup.
- Untuk setiap sub kelompok, jumlahkan data observasi sama dengan O_i .
- Jumlahkan informasi yang diperoleh dari persamaan distribusi E_i .
- Setiap subkelompok menentukan jumlahnya

$$(O_i - E_i)^2 \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- Untuk menghitung nilai chi-kuadrat, jumlahkan seluruh nilai subgrup G.
- Mencari derajat kebebasan menggunakan rumus $dk = G - R - 1$ (dengan $R = 1$ untuk distribusi Poisson dan $R = 2$ untuk distribusi normal dan binomial).

Analisis hasil adalah :

- Persamaan distribusi teoritis yang digunakan adalah tepat jika peluangnya lebih besar dari 5%.
- Persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak tepat jika probabilitasnya kurang dari 1%.

Tidak mungkin untuk memutuskan, misalnya harus menambahkan data, jika peluangnya antara 1 dan 5%

Tabel 1. Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat

Degress of freedom	Probability of a violation grether χ^2				
df	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	3.219	4.605	5.991	9.21	13.815
3	4.642	6.251	7.815	11.345	16.265
4	5.989	7.779	9.488	13.277	18.465
6	8.558	10.645	12.592	16.812	22.547
7	9.803	12.017	14.067	18.475	24.322
8	11.030	13.362	15.507	20.090	26.125
9	12.242	14.684	16.919	21.666	27.877
10	13.442	15.987	18.307	23.209	29.588
11	14.631	17.275	19.675	24.725	31.264
12	15.812	18.549	21.026	26.217	32.909
13	16.985	19.812	22.362	27.688	34.528
14	18.151	21.064	23.685	29.141	36.123
15	19.311	22.307	24.996	30.578	37.697
16	20.465	23.542	26.296	32.000	39.252
17	21.615	24.769	27.587	33.409	40.79
18	22.760	25.989	28.869	34.805	42.312
19	23.900	27.204	30.144	36.191	43.82
20	25.038	28.412	31.410	37.566	45.315

Sumber: (Soewarno, 1995)

Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non-parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. (Bambang Triatmodjo, 2008)

Tabel 2. Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	1,07 N ^{0,5}	1,22 N ^{0,5}	1,36 N ^{0,5}	1,63 N ^{0,5}

Sumber: (Soewarno, 1995)

Analisis Debit Banjir Intensitas Hujan (I)

Banyaknya air hujan dalam satuan waktu disebut intensitas hujan. Sifat hujan adalah intensitasnya meningkat dengan durasi yang lebih pendek dan meningkat dengan periode ulang yang lebih lama.

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

(Sumber : Suripin, 2004)

Keterangan :

I : intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ : tinggi hujan max. Peretmal (mm)

tc : waktu / lama hujan (jam)

(Soemarto, C.D, 1987)

Perhitungan debit limbah domestik

Debit air kotor yang harus dibuang didalam saluran yaitu 80% dari ketuhan air bersih Esti masi debit air limbah di peroleh dengan persamaan berikut :

Q air bersih = Kebutuhan air bersih/orang x jumlah penduduk

Q air limbah = 80% x Q save air bersih

Tabel 3. Pemakaian Air Bersih sesuai tata guna lahan

No.	Penggunaan gedung	Pemakaian air	Satuan
1	Rumah tin ggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500	Liter/tempat tidur/pasien/hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/Siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/Siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/Siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/Penghuni dan Pegawai/hari
9	Kantor/Pabrik	50	Liter/Pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	Liter/m ²
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13	Hotel Melati/Penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14	Gd. Penunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd. Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, Terminal	3	Liter/pemumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang, (belum dengan air wudhu)

Sumber: SNI 03-7065-2005

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisis ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran baik saluran berpenampang persegi maupun trapesium dan analisis perencanaan saluran.

Debit Aliran

Untuk menghitung kapasitas saluran digunakan persamaan kontinuitas dan rumusan manning

$$Q = V \times A$$

Keterangan :

Q = Debit pengaliran (m³/det)

V = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/det)

A = Luas penampang basah saluran (m²)

Untuk memperhitungkan kecepatan aliran dalam perhitungan kapasitas saluran yang direncanakan, digunakan rumus kecepatan Manning (Anggrahini, 1996: 162):

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

(Dr. Ir. Suripin, M Eng, 2004)

Keterangan :

R = Jari- Jari hidrolis(m)

V = kecepatan rata-rata dalam saluran (m/det)

N = koefisien kekasarandinding saluran

I = kemiringan dasar saluran

Nilai koefisien Manning untuk jenis-jenis material disajikan dalam tabel 4. Nilai kekasaran Manning dapat menjadi nilai kekasaran Manning gabungan apabila dalam satu saluran ada lebih dari satu jenis bahan yang menyusun saluran tersebut.

Tabel 4. Nilai koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi Tuang Dilapis	0,014
Kaca	0,01
Saluran Beton	0,013
Bata Dilapisi Mortar	0,015
Pasangan Batu Disemen	0,025
Saluran Tanah Bersih	0,022
Saluran Tanah	0,03
Saluran Dengan Dasar Batu Dan Tebing Rumput	0,04
Saluran Pada Galian Batu Padas	0,04

Sumber: (Bambang Triatmodjo, 2008)

Penampang Saluran

Pada umumnya saluran drainase berbentuk segi empat dan trapesium. Rumus yang digunakan untuk menentukan dimensi saluran segi empat adalah (Anggrahini, 1996: 17) :

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = A/P = (b \times h)/(b+2h)$$

$$T = b$$

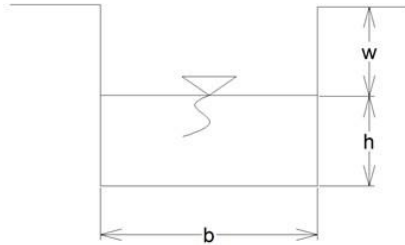
$$D = h$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)

- R = Jari-jari hidrolis (m)
- b = Lebar dasar saluran (m)
- T = Lebar atas muka air (m)
- h = Tinggi muka air (m)
- D = Kedalaman hidraulis (m).



Gambar 3 Bentuk Penampang Saluran Segi Empat

METODOLOGI

A. Tahap Persiapan

1. Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan untuk meneliti meliputi jurnal, studi atau laporan hasil penelitian, dan buku mengenai hidrologi, hidrolika dan drainase.

2. Survei Lapangan

tahap ini dilakukan peninjauan secara langsung di lapangan dengan melakukan pengukuran dimensi saluran eksisting dan melakukan identifikasi terhadap saluran eksisting

3. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan sekunder.

a) Pengumpulan Data Primer

Data Primer berupa dimensi saluran drainase eksisting, untuk menentukan luas penampang. Data gambar berisi dokumentasi saluran drainase eksisting dan dokumentasi survei lapangan., yang diperoleh melalui survei lapangan pada tahun 2023. Data hidrolika berisi data dimensi saluran drainase eksisting, yang diperoleh dari pengukuran lapangan pada tahun 2023.

b) Pengumpulan Data Sekunder

Data Sekunder yaitu Data hidrologi yang berupa data curah hujan diperoleh dari UPT PSDA di Surabaya. untuk perhitungan air kotor. Data peta meliputi peta layout lokasi penelitian dan peta kontur tanah lokasi penelitian yang diperoleh dari Prodi Teknik Geomatika Unitomo, data tersebut diperoleh dari pengukuran yang dilakukan pada tahun 2023.

B. Tahap Analisis Perencanaan

1. Analisis Hidrologi

- a. Menentukan stasiun hujan yang berpengaruh
- b. Menghitung curah hujan kawasan
- c. Menghitung distribusi
- d. Menguji kecocokan distribusi

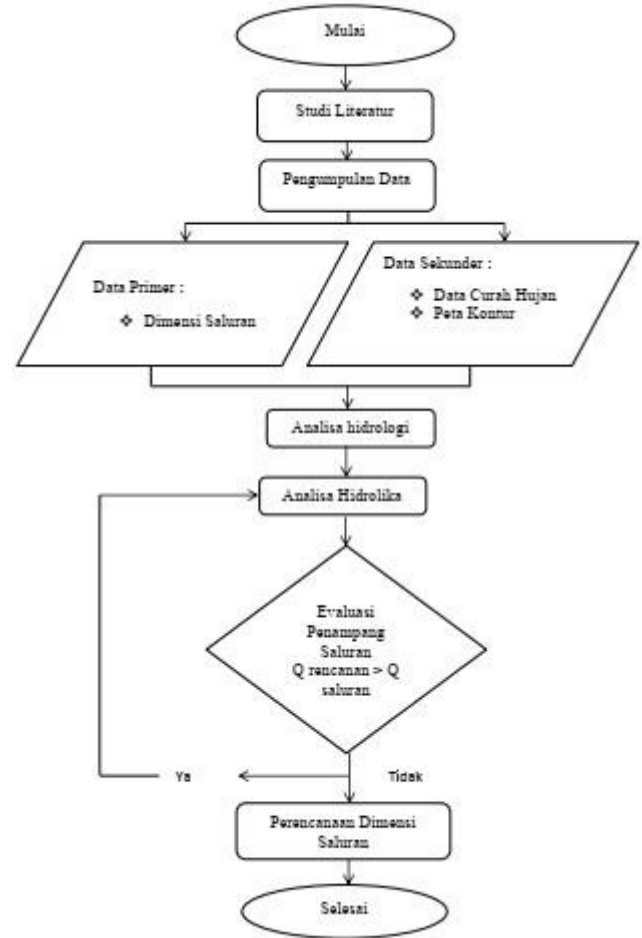
2. Analisis Hidrolika

- a. Membuat skema jaringan drainase
- b. Perhitungan dimensi saluran drainase

3. Kesimpulan

Mengetahui dimensi saluran drainase dan mengetahui debit banjir rencana selama 1 tahun kedepan di lokasi penelitian ini.

6. Diagram Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Curah Hujan Wilayah

Untuk menentukan data curah hujan membutuhkan data stasiun hujan terdekat dari lokasi penelitian, Ada 4 (empat) stasiun hujan yang berpengaruh dengan daerah aliran pada studi ini. yaitu stasiun hujan Gubeng, stasiun hujan Keputih, stasiun hujan Wonokromo, stasiun hujan Wonorejo.

Tabel 5 Curah Hujan Harian Maksimum Kawasan 10 Tahun Terakhir

Tahun	stasiun hujan (mm)			
	Wonokromo	Gubeng	Keputih	Wonorejo
2013	87	99	87	85
2014	83	109	134	100
2015	63	61	84	109
2016	108	98	164	121
2017	114	116	124	122
2018	73	65	49	85
2019	76	76	50	66
2020	107	102	102	97
2021	70	110	73	90
2022	76	76	76	68

Sumber: Korwil¹⁶ Surabaya UPT PSDA WS Brafitas di Surabaya

Perhitungan Distribusi Curah Hujan Maksimum

a. Perhitungan Distribusi Normal

Tabel 6 Perhitungan distribusi normal

No.	Tahun	x	x	(x-x̄)	(x-x̄) ²	(x-x̄) ³	(x-x̄) ⁴
1	2016	122.75	92.425	30.325	919.605625	27887.04058	845674.5055
2	2017	119	92.425	26.575	706.230625	18768.07886	498761.6957
3	2014	106.5	92.425	14.075	198.105625	2788.336672	39245.83866
4	2020	102	92.425	9.575	91.680625	877.8419844	8405.337
5	2013	89.5	92.425	-2.925	8.555625	-25.02520312	73.19871914
6	2021	85.75	92.425	-6.675	44.555625	-297.4087969	1985.203719
7	2022	84.5	92.425	-7.925	62.805625	-497.7345781	3944.546532
8	2015	79.25	92.425	-13.175	173.580625	-2286.924734	30130.23338
9	2018	68	92.425	-24.425	596.580625	-14571.48177	355908.4421
10	2019	67	92.425	-25.425	646.430625	-16435.49864	417872.5529
Σ		924.25		2.84217E-14	3448.13125	16207.22438	2202001.554

Sumber: Perhitungan

Parameter – parameter statistik dari Distribusi normal pada hitungan data diatas adalah Perhitungan Curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{924,25}{10} = 92,425 \text{ mm}$$

Selanjutnya perhitungan Standart Deviasi (S) perhitungan S dapat dilihat dibawah ini

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{3448,13125}{9}} = 19,574$$

Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = S/\bar{X} = 19,574/92,425 = 0,212$$

Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (x-\bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (16207,224)}{(10-1)(10-2) 19,574^3} = 0,3001$$

Koefisien ketajaman (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x-\bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times (2202001,554)}{(10-1)(10-2)(10-3)19,574^4} = 2,976$$

b. Perhitungan Distribusi Log Normal

Tabel 7 Perhitungan distribusi log normal

No.	Tahun	x	Log X	Log x	(Log x - Log x̄)	(Log x - Log x̄) ²	(Log x - Log x̄) ³	(Log x - Log x̄) ⁴
1	2016	122.75	2.0890215	1.9570015	0.132019991	0.017429278	0.002301013	0.00030378
2	2017	119	2.0755470	1.9570015	0.118545451	0.014053024	0.001665922	0.000197487
3	2014	106.5	2.0273496	1.9570015	0.070348098	0.004948855	0.000348143	2.44912E-05
4	2020	102	2.0086002	1.9570015	0.051598662	0.002662422	0.000137377	7.08849E-06
5	2013	89.5	1.9518230	1.9570015	-0.005178475	2.68166E-05	-1.38869E-07	7.1913E-10
6	2021	85.75	1.9332341	1.9570015	-0.023767381	0.000564888	-1.34259E-05	3.19099E-07
7	2022	84.5	1.9268567	1.9570015	-0.030144801	0.000908709	-2.73929E-05	8.25752E-07
8	2015	79.25	1.8989993	1.9570015	-0.058002239	0.00336426	-0.000195135	1.13182E-05
9	2018	68	1.8325089	1.9570015	-0.124492597	0.015498407	-0.001929437	0.000240201
10	2019	67	1.8260748	1.9570015	-0.130926707	0.017141803	-0.00224432	0.000293841
Σ		924.25	19.570015		6.66134E-16	0.076598462	4.26062E-05	0.001079353

Sumber: Perhitungan

Parameter – parameter statistik dari Distribusi normal pada hitungan data diatas adalah :

Perhitungan Curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{19.570015}{10} = 1.9570015 \text{ mm}$$

Selanjutnya perhitungan Standart Deviasi (S) perhitungan S dapat dilihat dibawah ini

$$S_{\text{Log}} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.076598462}{9}} = 0,092$$

Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S_{\text{Log}}}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,092}{1.9570015} = 0,047$$

Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } x - \text{Log } \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_{\text{Log}}^3} = \frac{10 \times (0.000043)}{(10-1)(10-2) 0,092^3} = 0,0076$$

Koefisien ketajaman (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x-\bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times (0.001079353)}{(10-1)(10-2)(10-3)19,574^4} = 2,989$$

c. Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III

Tabel 8 Perhitungan distribusi log pearson tipe III

No.	Tahun	x	Log X	Log x	(Log x - Log x̄)	(Log x - Log x̄) ²	(Log x - Log x̄) ³	(Log x - Log x̄) ⁴
1	2016	122.75	2.0890215	1.9570015	0.132019991	0.017429278	0.002301013	0.00030378
2	2017	119	2.0755470	1.9570015	0.118545451	0.014053024	0.001665922	0.000197487
3	2014	106.5	2.0273496	1.9570015	0.070348098	0.004948855	0.000348143	2.44912E-05
4	2020	102	2.0086002	1.9570015	0.051598662	0.002662422	0.000137377	7.08849E-06
5	2013	89.5	1.9518230	1.9570015	-0.005178475	2.68166E-05	-1.38869E-07	7.1913E-10
6	2021	85.75	1.9332341	1.9570015	-0.023767381	0.000564888	-1.34259E-05	3.19099E-07
7	2022	84.5	1.9268567	1.9570015	-0.030144801	0.000908709	-2.73929E-05	8.25752E-07
8	2015	79.25	1.8989993	1.9570015	-0.058002239	0.00336426	-0.000195135	1.13182E-05
9	2018	68	1.8325089	1.9570015	-0.124492597	0.015498407	-0.001929437	0.000240201
10	2019	67	1.8260748	1.9570015	-0.130926707	0.017141803	-0.00224432	0.000293841
Σ			19.570015		6.66134E-16	0.076598462	4.26062E-05	0.001079353

Sumber: Perhitungan

Parameter – parameter statistik dari Distribusi normal pada hitungan data diatas adalah

Perhitungan Curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{19.570015}{10} = 1.9570015 \text{ mm}$$

Selanjutnya perhitungan Standart Deviasi (S) perhitungan S dapat dilihat dibawah ini

$$S_{\text{Log}} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.076598462}{9}} = 0,092$$

Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S_{\text{Log}}}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,092}{1.9570015} = 0,047$$

Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } x - \text{Log } \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_{\text{Log}}^3} = \frac{10 \times (0.000043)}{(10-1)(10-2) 0,092^3} = 0,0076$$

Koefisien ketajaman (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x-\bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times (0.001079353)}{(10-1)(10-2)(10-3)19,574^4} = 2,989$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan data yang digunakan adalah Distribusi **Log Pearson Tipe III**

Uji Kecocokan Distribusi

Tabel 9 Uji Chi – Kuadrat distribusi log pearson tipe III

No.	Nilai batas sub kelas	Jumlah data		(O _i - E _i) ²	(O _i - E _i)/E _i
		O _i	E _i		
1	X < 75,683	2	2	0	0
2	75,683 - 85,310	2	2	0	0
3	85,310 - 96,161	2	2	0	0
4	96,161 - 108,143	2	2	0	0
5	X > 108,143	2	2	0	0
Σ		10	10		0

Sumber: Perhitungan

Derajat Kebebasan (DK) : 2
Chi Kuadrat : 0
Derajat Signifikan alpha : 5%
Chi Kritis : 5,991 (Tabel 1)

Dari tabel diatas didapat harga $X_{h^2} = 0$ dengan derajat kebebasan (dk) = 5 - 2 - 1 = 2. Berdasarkan tabel nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat, maka nilai kritis untuk uji Chi-Kuadrat pada derajat kepercayaan (α) = 5% diperoleh nilai $X^2 = 5.991$. Berdasarkan perhitungan didapat kesimpulan bahwa $X_{h^2} < X^2$, yaitu : $0 < 5.991$, maka Hipotesis diterima.

Tabel 9 Uji Smirnov – Kolmogorov distribusi log pearson tipe III

Tahun	m	X	LogX	P(LogX)	P(LogX<)	f(t)	P'(LogX<)	P'(LogX)	D
2016	1	122.75	2.09	0.091	0.909	1.435	0.9236	0.0764	-0.015
2017	2	119.00	2.08	0.182	0.818	1.289	0.9015	0.0985	-0.083
2014	3	106.50	2.03	0.273	0.727	0.765	0.7764	0.2236	-0.049
2020	4	102.00	2.01	0.364	0.636	0.561	0.7123	0.2877	-0.076
2013	5	89.50	1.95	0.455	0.545	-0.056	0.4761	0.5239	0.069
2021	6	85.75	1.93	0.545	0.455	-0.258	0.3974	0.6026	0.057
2022	7	84.50	1.93	0.636	0.364	-0.328	0.3707	0.6293	-0.007
2015	8	79.25	1.90	0.727	0.273	-0.630	0.2643	0.7357	0.008
2018	9	68.00	1.83	0.818	0.182	-1.353	0.0885	0.9115	0.093
2019	10	67.00	1.83	0.909	0.091	-1.423	0.0778	0.9222	0.013
							Dmax		0.093

Sumber: Perhitungan

Dari hasil pengujian data curah hujan harian maksimum, didapatkan nilai Dmax = 0.093. Dengan menggunakan Tabel Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov – Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan 5 % dan n = 10, maka diperoleh Do = 0.41. Karena nilai Dmax = 0.093 lebih kecil dari nilai Do = 0.41 dengan demikian maka Hipotesis dapat diterima.

PERHITUNGAN INTESITAS HUJAN

Intensitas hujan merupakan banyaknya hujan yang turun dalam 1 jam pada wilayah tertentu. Dengan perhitungan Intesitas Hujan menggunakan rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Contoh perhitungan pada Saluran Primer WS 1 :

$$I = \frac{118.785}{24} \times \left[\frac{24}{0.404} \right]^{2/3} = 75.468 \text{ mm/hour}$$

PERHITUNGAN DEBIT RENCANA

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

Contoh perhitungan pada Saluran Primer WS 1 :

$$Q = 0.278 \times 0.7 \times 75.468 \times 0.12109 = 1.778 \text{ m}^3/\text{second}$$

Setelah diperhitungkan didapatkan nilai Debit rencana existing

Tabel 10 Perhitungan Debit Rencana Saluran Drainase

No.	Nama Saluran	A (Km ²)	Ls (Km)	Slope	tc (h)	I (mm/h)	C	Qrencana (m ³ /s)
1	SP1 WS1	0.1211	1.091	0.01091	0.404	75.468	0.7	1.778
2	SP2 AVUR	0.1202	0.670	0.00670	0.335	85.534	0.7	2.001
3	SP3 MU	0.0892	0.554	0.00554	0.311	89.814	0.7	1.558
4	SS1 WS 1	0.0064	0.331	0.00331	0.255	102.514	0.7	0.127
5	SS2 WS 1	0.0078	0.332	0.00332	0.255	102.435	0.7	0.155

6	SS3 WS 1	0.0083	0.327	0.00327	0.254	102.835	0.7	0.165
7	SS4 WS 1	0.0056	0.254	0.00254	0.230	109.727	0.7	0.119
8	SS5 WS 1	0.0055	0.260	0.00260	0.233	109.071	0.7	0.117
9	SS6 WS 1	0.0050	0.257	0.00257	0.231	109.397	0.7	0.107
10	SS7 WS 1	0.0303	0.095	0.00095	0.158	141.251	0.7	0.832
11	SS8 WS 1	0.0107	0.092	0.00092	0.156	142.420	0.7	0.295
12	SS9 WS 1	0.0134	0.100	0.00100	0.161	139.403	0.7	0.362
13	SS10 WS1	0.0048	0.105	0.00105	0.164	137.667	0.7	0.128
14	SS11 WS1	0.0024	0.090	0.00090	0.155	143.226	0.7	0.067
15	SS12 WS1	0.0016	0.090	0.00090	0.155	143.226	0.7	0.043

Sumber: Perhitungan

PERHITUNGAN DEBIT AIR LIMBAH

Q air bersih = Kebutuhan air bersih/orang x jumlah penduduk

Kebutuhan :

Jumlah penduduk kelurahan wonorejo Laki –Laki : 2025

Jumlah penduduk kelurahan wonorejo Perempuan : 2086

Q air bersih = 120 liter/orang hari

$$Q \text{ air bersih} = (2025 \times 120) + (2086 \times 120) = 243000 + 250320 = 493.320 \text{ Liter/hari}$$

Q air limbah = 80% x Q air bersih

$$= 0.8 \times 493.320 = 394.656 \text{ Liter/hari}$$

ANALISA HIDROLIKA KAPASITAS SALURAN

Tabel 11 Tabel Analisa Hidrolika Saluran

No.	Nama Saluran	n	Ls (Km)	Dimensi (m)		Slope	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Qsaluran (m ³ /s)
				B (m)	H (m)						
1	SP1 WS1	0.014	1.091	0.70	0.70	0.01091	0.593	2.310	0.257	3.013	1.787
2	SP2 AVUR	0.014	0.670	3.150	1.500	0.00670	4.725	6.150	0.268	0.424	2.002
3	SP3 MU	0.014	0.554	0.500	0.500	0.00554	0.250	1.500	0.167	1.610	0.403
4	SS1 WS 1	0.014	0.331	0.500	0.310	0.00331	0.155	1.120	0.138	1.099	0.170
5	SS2 WS 1	0.014	0.332	0.460	0.380	0.00366	0.175	1.220	0.143	0.151	0.226
6	SS3 WS 1	0.014	0.327	0.300	0.300	0.00327	0.114	1.060	0.108	0.924	0.105
7	SS4 WS 1	0.014	0.254	0.460	0.570	0.00254	0.242	1.600	0.164	1.078	0.283
8	SS5 WS 1	0.014	0.260	0.530	0.640	0.0026	0.339	1.810	0.187	1.193	0.405
9	SS6 WS 1	0.014	0.257	0.370	0.300	0.00257	0.111	0.970	0.114	0.854	0.095
10	SS7 WS 1	0.014	0.095	0.500	0.300	0.00095	0.150	1.100	0.136	0.583	0.087
11	SS8 WS 1	0.014	0.092	0.300	0.300	0.00092	0.099	0.960	0.103	0.476	0.047
12	SS9 WS 1	0.014	0.100	0.450	0.610	0.00100	0.275	1.670	0.164	0.678	0.186
13	SS10 WS1	0.014	0.105	0.600	0.630	0.00105	0.378	1.860	0.203	0.800	0.302
14	SS11 WS1	0.014	0.090	0.320	0.700	0.0009	0.224	1.720	0.130	0.551	0.123
15	SS12 WS1	0.014	0.090	0.500	0.500	0.0009	0.250	1.500	0.167	0.649	0.162

Sumber: Perhitungan

HASIL ANALISIS SALURAN DRAINASE

Tabel 12 Perbandingan Debit Kapasitas Saluran dan Debit Rencana

No.	Nama Saluran	Qrencana (m ³ /s)	Qsaluran (m ³ /s)	Keterangan
1	SP1 WS1	1.778	1.787	Tidak Banjir
2	SP2 AVUR	2.001	2.002	Tidak Banjir
3	SP3 MU	1.558	0.403	Banjir
4	SS1 WS 1	0.127	0.170	Tidak Banjir
5	SS2 WS 1	0.155	0.026	Banjir
6	SS3 WS 1	0.165	0.105	Banjir
7	SS4 WS 1	0.119	0.283	Tidak Banjir

8	SS5 WS 1	0.117	0.405	Tidak Banjir
9	SS6 WS 1	0.107	0.095	Banjir
10	SS7 WS 1	0.832	0.087	Banjir
11	SS8 WS 1	0.295	0.047	Banjir
12	SS9 WS 1	0.362	0.186	Banjir
13	SS10 WS1	0.128	0.302	Tidak Banjir
14	SS11 WS1	0.067	0.123	Tidak Banjir
15	SS12 WS1	0.043	0.162	Tidak Banjir

Sumber: Perhitungan

Pada saluran drainase dikawasan penelitian banyak yang mengalami banjir, solusi yang dipakai untuk mengatasi banjir adalah redesain. Redesain dilakukan dengan memperlebar penampang saluran.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan besar debit rencana selama 10 tahun pada saluran wilayah kelurahan Wonorejo Rw 08 sebesar 21.039 m³/detik
2. Setelah dilakukan Analisis pada wilayah kelurahan Wonorejo Rw 08 didapatkan kondisi beberapa ruas saluran drainase yang tidak dapat menampung air yang disebabkan oleh beberapa ruas saluran drainase yang tidak dapat menampung debit air yang besar, dan banyaknya sedimen pada saluran tersebut.
3. Di wilayah kelurahan Wonorejo Rw 08 diperlukan rehabilitas saluran drainase dari sedimentasi dan sampah secara rutin. Agar dapat berfungsi dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.Yogyakarta.
- Dr. Ir. Suripin, M Eng. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta. Soemarto,
- C.D. (1987). *Hidrologi teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova. Bandung.