

# PENGEMBANGAN SISTEM DRAINASE KECAMATAN MOJOROTO

## KOTA KEDIRI

Elisabeth T M Rudhu

<sup>123)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: [Heyyy.elisabeth@hmail.com](mailto:Heyyy.elisabeth@hmail.com)

### ABSTRACT

The drainage system has a role in accommodating and draining excess rainwater and waste which aims to make the area safe, comfortable and healthy from the threat of flooding and inundation. In Mojoroto District, Kediri City, the drainage system is still inadequate, which results in flooding in the areas of Jalan Penanggungan, Jalan Dr. Saharjo, Jalan Semeru, Jalan Mastrip with inundation reaching an average height of 15 cm -100 cm. One of these studies uses channel dimension data obtained from direct measurements in the field. The E.J. Gumbel method and log pearson type III were used to analyze the planned rainfall with a 10-year re-period, as well as calculate the planned discharge by rational method. The results of the analysis show that there are 18 channels that are not able to accommodate the planned flood discharge, such as on the veteran road, the planned discharge ( $Q_r$ ) is 1.5634 m/s while the existing capacity is only ( $Q_s$ ) = 1.2006 m/s. Using the E.J. Gumbel method, the design rainfall produced was 162.938 mm. Due to the value of  $Q_s < Q_r$ , the channel was redesigned to be 1 m wide and 1.2 m deep, so that the capacity ( $Q_s$ ) increased to 1.9522 m/s. From this change,  $Q_s > Q_r$ , channel replanning has been adequate to handle the planned flood discharge. The installation of street inlets is recommended as a solution to reduce inundation at the study site that does not experience changes in channel dimensions.

Keywords : Flood, Drianase, Channel capacity

### ABSTRAK

Sistem drainase memiliki peran menampung dan mengalirkan kelebihan air hujan maupun limbah yang bertujuan menjadikan kawasan aman, nyaman dan sehat dari ancaman banjir dan genangan. Di kecamatan Mojoroto, Kota Kediri, sistem drainase masih belum memadai, yang mengakibatkan terjadi genangan banjir di wilayah Jalan Penanggungan, Jalan Dr. Saharjo, Jalan Semeru, Jalan Mastrip dengan genangan mencapai tinggi rata-rata 15 cm - 100 cm. Penelitian ini, salah satunya menggunakan data dimensi saluran yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan. Metode E.j Gumbel dan log pearson type III digunakan untuk menganalisis curah hujan rancangan dengan periode ulang 10 tahun, serta menghitung debit rencana dengan metode rasional. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 18 saluran yang tidak mampu menampung debit banjir rencana, seperti di jalan veteran di dapatkan debit rencana ( $Q_r$ ) sebesar 1,5634 m/dtk sedangkan kapasitas eksistingnya hanya ( $Q_s$ ) = 1,2006 m/dtk. Dengan menggunakan metode E.J. Gumbel, curah hujan rancangan yang di hasilkan sebesar 162,938 mm. Karena nilai  $Q_s < Q_r$ , dilakukan redesain saluran menjadi lebar 1 m dan kedalaman 1,2 m, sehingga kapasitas tampung ( $Q_s$ ) meningkat menjadi 1,9522 m/dtk. Dari perubahan ini,  $Q_s > Q_r$  maka perencanaan ulang saluran telah memadai menagani debit banjir yang direncanakan. Pemasangan street inlet direkomendasikan sebagai solusi untuk mengurangi genangan di lokasi studi yang tidak mengalami perubahan dimensi saluran.

Kata kunci: Banjir, Drianase, Kapasitas saluran

## 1. PENDAHULUAN

Sistem drainase merupakan komponen infrastruktur yang penting agar menunjang perkembangan kota. Pertumbuhan kawasan yang cukup pesat tiap tahunnya menjadi tantangan yang signifikan terhadap perubahan fungsi sistem drainase. Secara khusus, akibat perubahan iklim dan urbanisasi menyebabkan peningkatan volume air limpasan. Kecamatan Mojoroto merupakan salah satu kecamatan yang berkembang secara administratif berada di wilayah Kota Kediri, Provinsi Jawa Timur yang memiliki luas wilayah

24,6 km<sup>2</sup> dengan 14 kelurahan dengan jumlah penduduk 112.237 jiwa (Kediri, t.t.). Berdasarkan observasi banjir genangan terjadi pada kawasan Jalan Penanggungan STA 0+100 - 0+200, jalan Veteran 0+000 - 0+250 dan 0+400 - 0+600, jalan Semeru 0+400 - 0+750 dan kawasan jalan Dr. Saharjo. Banjir genangan di wilayah-wilayah tersebut tahun terakhir bervariasi mencapai ketinggian 40-100 cm dengan durasi genangan diatas 3 jam ketika curah hujan tinggi. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari dan Maret. Adapun faktor pemicu lainnya yaitu daya tampung daerah pengaliran. Saat ini kondisi eksisting sistem

drainase Jalan Penanggungan dan veteran belum ada perubahan dimensi dan bangunan pendukungnya, sedangkan daerah tangkapan air (*land use*) perubahan atau pengurangannya cukup signifikan maka menambah limpasan yang mengakibatkan saluran/ bangunan pendukung tidak memadai untuk menampung limpasan air hujan sehingga terjadi genangan di beberapa wilayah, khususnya pada daerah cekungan atau dataran rendah. Selain itu perawatan dan pemeliharaan saluran drainase yang kurang baik memicu penyumbatan dan pendangkalan saluran, seperti adanya sampah dan sedimen akibatnya fungsi saluran kurang optimal. Mengingat pentingnya sistem drainase maka perlu diperhatikan kondisi saluran yang masih belum memadai. Saluran drainase akan meluap apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi, jika kawasan tersebut terus menerus mengalami banjir genangan maka berdampak besar bagi masyarakat kota, seperti terancamnya permukiman dan infrastruktur perekonomian serta terganggunya arus lalu lintas di wilayah tersebut.

## 2. LANDASAN TEORI

### Debit air hujan (Qah)

Analisa aspek hidrologi sangat penting dalam perencanaan sistem pengendalian banjir. Proses analisa hidrologi pada dasarnya memerlukan beberapa data utama antara lain : luas daerah pengaliran (*catchment area*), curah hujan, tata guna lahan, keadaan dan jenis tanah serta bebatuan, kemiringan medan dan dasar aliran.

$$Q = \left(\frac{1}{36}\right) \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

$Q$  = Debit rencana ( $m^3/detik$ )

$C$  = Koefisien pengaliran run off

$I$  = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi ( $mm/jam$ )

$A$  = Daerah tangkapan air/*catchment area* ( $km^2$ )

### Curah hujan rata-rata daerah

Adapun metode yang digunakan untuk menentukan curah hujan rata-rata daerah meliputi metode rata-rata aljabar (*arithmetic mean method*), metode thiessen/ metode timbang (*weighted average*), metode isohyet yang dapat dilihat penjelasannya dibawah ini :

1. Metode Rata-rata aljabar

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_n}{n}$$

$$d = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

Keterangan :

$d$  = Tinggi curah hujan rata-rata area ( $mm$ )

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  = Tinggi curah hujan pada pos penangkar ( $mm$ )

$n$  = Banyaknya pos penangkar

2. Polygon thiessen/ metode timbang (*weighted average*)

$$d = \frac{d_1 \cdot A_1 + d_2 \cdot A_2 + d_3 \cdot A_3 + \dots + d_n \cdot A_n}{n}$$

$$d = \sum_{i=1}^n \frac{d_i \cdot A_i}{A}$$

Keterangan ;

$d$  = Tinggi curah hujan rata-rata area ( $mm$ )

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  = Tinggi curah hujan pada pos penangkar ( $mm$ )

$n$  = Banyaknya pos penangkar

$A$  = Luas daerah pengaruh pos

3. Metode isohyet

$$d = \frac{\sum_i^n \frac{d_i \cdot l + d_i \cdot A_i}{2}}{\sum_i^n A_i} = \frac{\sum_i^n \frac{d_i \cdot l + d_i \cdot A_i}{2}}{A}$$

Keterangan :

$A$  = Luas areal (C.D Soemarto, 1999)

$d$  = Tinggi curah hujan rata-rata

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  = Tinggi curah hujan pada isohyet

### Curah hujan rancangan

Metode umum yang digunakan dalam menghitung curah hujan rancangan yaitu metode distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log pearson, dan distribusi gumbel yang dipilih berdasarkan kedekatannya dengan sebaran data empiris.

1. Distribusi normal

$$X_r = \bar{X} + K_T \cdot S$$

2. Distribusi log normal

$$\log X_T = \overline{\log X_i} + K_T \cdot S_d$$

3. Distribusi log pearson type III

Metode Log Pearson Type III memiliki tingkat ketelitian yang paling tinggi akan tetapi setiap metode memiliki kelebihan masing-masing sesuai daerah cakupan. Menurut Soemarto (1999) parameter-parameter statistik yang diperlukan untuk

metode *Log Pearson Type III* ini adalah harga rata-rata, standar Deviasi, koefisien Kemencengan ( $C_s$ ).

$$\text{Log } x = \overline{\text{Log } X_i} \cdot K \cdot Sd$$

Keterangan :

- $\text{Log } X$  = Nilai logaritma hujan rancangan kala T tahun
- $\text{Log } x_i$  = Rata-rata logaritma nilai x
- $C_s$  = Koefisien kemencengan/ asimetri
- $Sd$  = Standar deviasi

Cari anti log dari log Q untuk mendapatkan hujan rancangan dengan waktu yang baik yang tidak dikehendaki  $Q_t$ .

#### 4. Distribusi *E. J Gumbel*

Faktor frekuensi

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Dengan nilai  $Y_t = -\ln \left[ \ln \frac{T}{T-1} \right]$

Hujan periode :  $X_t = \bar{X} + (K \cdot Sd)$

Keterangan :

- $\text{Log } X$  = Nilai Logaritma Hujan Rancangan Kala T Tahun
- $\text{Log } \bar{X}_i$  = Rata-Rata Logaritma Nilai X
- $\text{Log } X_i$  = Variasi Ke I
- $n$  = Banyaknya Data
- $Sd$  = Standar Deviasi
- $Y_n$  = Reduce Mean
- $Y_i$  = Reduce Variate
- $S_n$  = Reduce Standar Deviasi

### Uji kesesuaian Distribusi

#### 1. Uji chi- square

$$\chi^2_h = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan :

- $\chi^2_h$  = Parameter Chi – Square terhitung
- $G$  = Jumlah sub – kelompok
- $O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i
- $E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

#### 2. Smirnov-kolmogorov

3. Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametrik test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno, 1995). Metode ini ditentukan dengan selisih terbesar antara peluang empiris ( $PX_m$ ) dengan peluang teoritis ( $P'X_m$ ).

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$

Apabila  $D < D_o$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila  $D > D_o$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

### Intensitas hujan

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

Keterangan :

- $R_{24}$  = curah hujan rancangan
- $Tc$  = waktu konsentrasi (jam)
- $I$  = Intensitas curah hujan

### Intensitas hujan

$$tc = 0,0195L^{0,775}S^{-0,385}$$

Keterangan :

- $t_c$  = Waktu Konsentrasi
- $L$  = panjang lintasan aliran didalam saluran
- $s$  = kemiringan dasar saluran

### Intensitas hujan

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

eterangan :

- $C_m$  = Koefisien pengaliran rata-rata
- $A_i$  = Luas masing-masing tata guna lahan
- $C_i$  = Koefisien pengaliran masing- masing tata guna lahan
- $N$  = Banyaknya jenis penggunaan tanah suatu aliran

### Debit Air Kotor (Qak)

Jumlah kebutuhan air bersih untuk sambungan rumah ditentukan berdasarkan kategori jumlah pemakaian air bersih. Tingkat kebutuhan air bersih sambungan rumah menurut R.K Linsley et.al (Water Resource Engineer) sebagai berikut :

- 130 – 150 ltr/hari, kategori kota kecil (20.000 – 100.000 jiwa)
- 150 – 170 ltr/hari, kategori kota sedang (100.000 – 500.000 jiwa)
- 170 – 200 ltr/hari, kategori kota besar (500.000 – 1.000.000 jiwa)

Untuk menghitung kebutuhan air domestik menggunakan rumus berikut :

$$q = 80\% \cdot 150 \text{ liter/orang/hari}$$

$$Q = (Pn \cdot q)/A$$

eterangan :

- $Q$  = Debit air kotor ( $m^3/\text{det}/\text{ha}$ )
- $Pn$  = Jumlah Penduduk (orang)
- $q$  = Jumlah kebutuhan air kotor ( $m^3/\text{det}/\text{orang}$ )
- $A$  = Luas Permukiman (ha)

## Debit total

Debit air total adalah jumlah debit air hujan ( $Q_{ah}$ ) dan debit air kotor ( $Q_{ak}$ ) yang digunakan untuk mendapatkan debit rencana saluran. Perhitungan debit total dilakukan menggunakan persamaan yang mempertimbangkan kontribusi dari dua komponen debit tersebut, yang menjadi dasar untuk menentukan kapasitas saluran drainase yang diperlukan dengan mengoptimalkan penyaluran air hujan di suatu wilayah.

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

## Hidraulika Saluran

Hidraulika saluran memperhitungkan kapasitas saluran drainase berdasarkan kondisi steady flow menggunakan rumus Manning (Ven.Te Chow, 1989) yang bertujuan untuk menentukan jumlah maksimum air yang mengalir melalui saluran, dengan mempertimbangkan karakteristik fisik dan hidrologi dari saluran serta kondisinya.

$$Q = V.A$$

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

Keterangan :

$Q$	= Debit air ( $m^3/dt$ )
$V$	= Kecepatan aliran ( $m/dt$ )
$A$	= Luas penampang basah ( $m^2$ )
$n$	= Koefisien kekasaran manning
$R$	= Jari-jari hidrolis ( $m$ )
$S$	= Kemiringan dasar saluran

Gambar Penampang Saluran	Jenis Penampang Saluran
	<b>Penampang saluran trapesium</b> $A = (b + m \cdot h) \cdot h$ $P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$ $R = \frac{A}{P}$
	<b>Penampang saluran segiempat</b> $A = b \cdot h$ $P = b + 2h$ $R = \frac{A}{P}$
	<b>Penampang saluran lingkaran</b> $A = r^2 \left( \varphi - \frac{1}{2} \sin 2\varphi \right)$ $P = 2\varphi r$ $h = r(1 - \cos \varphi)$ $R = \frac{A}{P}$ $\varphi$ dalam radian

Gambar 1. Penampang Saluran

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder.

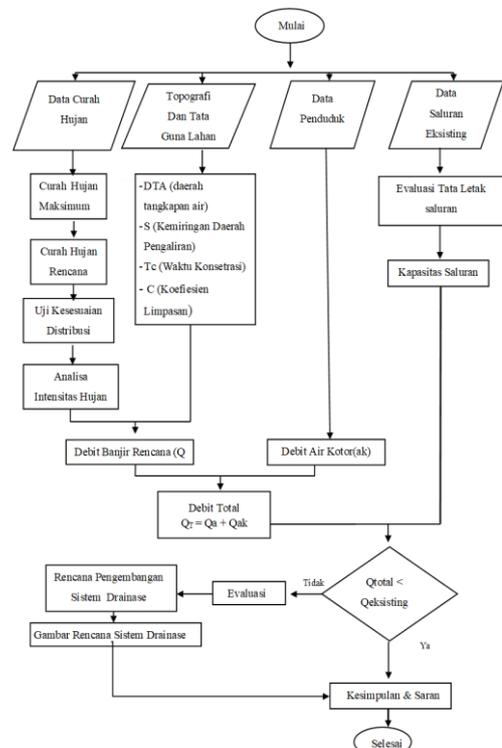
- Data kapasitas eksisting (Data Primer)
- Data curah hujan, data topografi, data tata guna lahan, data jaringan drainas, data penduduk (Data sekunder)

Berdasarkan data-data yang diperoleh maka dilakukan pengolahan data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Analisa Curah Hujan Maksimum rata-rata, parameter yang digunakan adalah data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir dari stasiun terdekat. Metode yang digunakan

dalam perhitungan curah hujan maksimum rata-rata adalah metode Rata-Rata Aljabar (*Arithmetic Mean Method*).

- Melakukan analisis frekuensi dengan Metode Distribusi *Log Pearson type III* dan *EJ Gumbel* dan uji kecocokan dengan menggunakan metode *Chi Square*, metode *Smirnov Kolmogorov*.
- Melakukan perhitungan intensitas air hujan menggunakan rumus *Mononobe* dan luas daerah pengaliran dengan memperhatikan data tata guna lahan.
- Menghitung debit air hujan ( $Q_{ah}$ ) menggunakan metode rasional dan debit air kotor ( $Q_{ak}$ ) setelah perhitungan proyeksi jumlah penduduk, setelah itu menghitung debit total ( $Q_{ah} + Q_{ak}$ ) untuk mengetahui debit air rencana yang mengalir di tiap saluran.
- Menganalisa daya tampung debit air saluran drainase eksisting berdasarkan pengukuran di lapangan. Data yang digunakan berupa lebar dasar saluran ( $b$ ) dan tinggi saluran ( $h$ ).
- Menganalisa debit rencana terhadap debit saluran eksisting, apabila kapasitas tampung drainase eksisting ( $Q_s$ ) > debit banjir rencana ( $Q_r$ ), maka saluran tersebut terindikasi normal, apabila  $Q_r > Q_s$  maka perlu mengevaluasi dan mencari solusi penanganan.
- Merencanakan pengembangan sistem jaringan drainase di lokasi studi.



Gambar 2. Bagan Alir

#### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### Curah hujan rata-rata daerah

No	Tahun	Curah Hujan (mm)			Rata-Rata
		Sta. Mrican	Sta. UPT Kediri	Sta. Rs Gambiran	
1	2012	79	77	74	77
2	2013	88	87	86	87
3	2014	122	121	120	121
4	2015	71	71	71	71
5	2016	129	129	129	129
6	2017	70	78	86	78
7	2018	55	63	71	63
8	2019	150	148	146	148
9	2020	95	92	89	92
10	2021	145	153	161	153

Sumber : hasil analisa

##### Curah hujan rancangan

###### 1. Metode log pearson type III

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Metode Log Pearson Type Type III

No	Tahun	xi	Log Xi	(LogXi-Logx)	(LogXi-Logx)2	(LogXi-Logx)3	(LogXi-Logx)4
1	2012	77	1,886	-0,102	0,010321	-0,00105	0,000107
2	2013	87	1,940	-0,049	0,002358	-0,00011	0,000006
3	2014	121	2,083	0,095	0,008969	0,00085	0,000080
4	2015	71	1,851	-0,137	0,018721	-0,00256	0,000350
5	2016	129	2,111	0,123	0,015008	0,00184	0,000225
6	2017	78	1,892	-0,096	0,009214	-0,00088	0,000085
7	2018	63	1,799	-0,189	0,035623	-0,00672	0,001269
8	2019	148	2,170	0,182	0,033189	0,00605	0,001102
9	2020	92	1,964	-0,024	0,000590	-0,00001	0,000000
10	2021	153	2,185	0,197	0,038655	0,00760	0,001494
Σ		1019	19,881	0,000	0,173	0,005	0,005
$\bar{x}$		101,9	1,9881				
Sd				0,139			
Cs				0,261			
Ck				2,544			
Cv				0,070			

Sumber : hasil analisa

###### 2. Metode E.J Gumbel

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Metode Log Pearson Type Type III

No	Tahun	Xi	(Xi- $\bar{x}$ )	(Xi- $\bar{x}$ )2	(Xi- $\bar{x}$ )3	(Xi- $\bar{x}$ )4
1	2012	77	-24,9	620,01	-15438,25	384412,40
2	2013	87	-14,9	222,01	-3307,95	49288,44
3	2014	121	19,1	364,81	6967,87	133086,34
4	2015	71	-30,9	954,81	-29503,63	911662,14
5	2016	129	27,1	734,41	19902,51	539358,05
6	2017	78	-23,9	571,21	-13651,92	326280,86
7	2018	63	-38,9	1513,21	-58863,87	2289804,50
8	2019	148	46,1	2125,21	97972,18	4516517,54
9	2020	92	-9,9	98,01	-970,30	9605,96
10	2021	153	51,1	2611,21	133432,83	6818417,66
Σ		1019	0	9815	136539,48	15978433,90
$\bar{x}$				101,9000		
Sd				33,0234		
Cs				0,5266		
Ck				2,6657		
Cv				0,3241		

Sumber : hasil analisa

##### Uji Kesesuaian Distribusi

Tabel 3. Paramter pemilihan uji kesesuaian distribusi

Metode	α(%)	chi-Square	smirnov	Keterangan
		X2 < Xcr²	D maks < D cr	
Log Pearson type III	5(%)	2,0 < 5,991	0,12 < 0,409	Hipotesa Diterima
	1(%)	2,0 < 9,21	0,12 < 0,486	Hipotesa Diterima
E.J. Gumbel	5(%)	1,0 < 5,991	0,10 < 0,409	Hipotesa Diterima
	1(%)	1,0 < 9,21	0,10 < 0,486	Hipotesa Diterima

Sumber : hasil analisa

Dari hasil perhitungan uji distribusi chi square dan uji distribusi smirnov-kolmogorov pada metode EJ Gumbel dan Log pearson Type III hipotesis kedua metode dapat diterima yang ditampilkan dalam **Tabel 3**. Untuk perhitungan selanjutnya dapat menggunakan metode E.J. Gumbel sebagai acuan agar desain rencana dapat mengantisipasi hujan besar kedepannya dan mewakili statistik data yang di analisis.

##### Intensitas Hujan (I)

Pada perhitungan intensitas hujan menggunakan kala ulang 10 tahun untuk masing masing saluran eksisting, dibutuhkan data parameter waktu konsentrasi dan kemiringan saluran. Contoh perhitungan waktu konsentrasi saluran dan intensitas hujan diaplikasikan pada jl. Tembus Tumpang sebagai berikut: panjang saluran (l) 420 m, luas daerah pengaliran 0,0176 km<sup>2</sup>, dengan beda elevasi awal dan akhir 1 m dengan :

Kemiringan saluran (s) :  $\frac{H}{L} = \frac{1}{420} = 0,002$  m  
 Sehingga, Waktu Konsentrasi

$$T_c = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385}$$

$$T_c = 0,0195 \times 420^{0,77} \times 0,002^{-0,385}$$

$$T_c = 20,877 \text{ menit}$$

$$T_c = 0,348 \text{ jam}$$

##### Intensitas Hujan

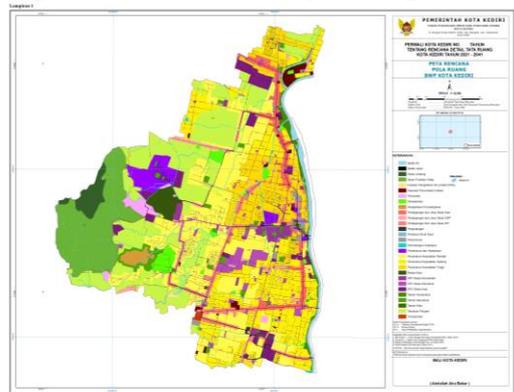
$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{162,93}{24} \left( \frac{24}{0,348} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 114,188 \text{ mm/jam}$$

##### Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran bervariasi tergantung pada jenis permukaan tanah, kemiringan, kondisi tanah dan pola penggunaan lahan, maka besaran koefisien pengaliran dalam analisa ini dilakukan dengan memperhatikan nilai masing-masing koefisien pengaliran dan luasan sesuai pola tata guna lahan.



Gambar 3 Peta tata guna lahan

Tabel 4 Koefisien pengaliran

Tata Guna Lahan	Koef C	Luas (Km <sup>2</sup> )	Luas . C
Taman	0.10-0.25	1.11	0.221
Hutan	0.26-0.35	2.93	0.880
Perumahan	0.30-0.50	12.65	5.061
Industri	0.50-0.80	2.23	1.338
Perkuburan	0.10-0.25	0.41	0.083
Tempat Bermain	0.20-0.35	0.24	0.060
Badan Jalan	0.70-0.95	1.48	1.188
Perkebunan	0.20-0.25	4.76	1.189
Pertanian	0.20-0.25	0.02	0.006
Perkantoran	0.50-0.70	1.09	0.656
Jumlah		26.93	10.681

Sumber : hasil analisa

Koefisien pengaliran rata-rata

$$Cm = \frac{\sum Luas.C}{\sum Luas}$$

$$Cm = \frac{10.681}{26.93} = 0.397$$

### Debit Air Hujan (Qah)

Perhitungan debit rencana pada daerah studi menggunakan metode rasional. Berikut analisa debit banjir rencana diaplikasikan pada Jl. Tembus Tumpang dengan panjang saluran 420 m.

$$Qah = \frac{1}{36} C I A$$

$$Qah = \frac{1}{36} (0.397) x (114,188) x (0,01758)$$

$$Qah = 0.00614 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Selanjutnya mengakumulasi debit aliran yang melewati saluran dengan arah aliran yang sama ke saluran lainnya, tiap saluran memiliki debit limpasan bervariasi dan seiring dengan perubahan laju aliran tiap saluran maka mengalami perubahan debit atau tambahan pada saluran yang dilalui.

Qah kumulatif :

QGg Menur a + QGg Menur b + QGg Seruni a + QGg Seruni b + QJl. Kantil a + QJl. Kantil b + QJl. Teratai a + QJl. Teratai b + QGg V a + QGg V b + QJl seruni a + QJl seruni b + Qa (tanpa nama) + Qb (tanpa nama) + QJl Melati Gg 3a + QJl Melati Gg 3a .

$$Qah \text{ kumulatif} = 0,07312 \text{ m}^3/\text{dt}$$

### Debit Air Hujan (Qah)

Untuk memperkirakan jumlah air kotor yang harus dialirkan ke saluran drainase harus diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air bersih rata-rata dan jumlah penduduk perencanaan. Perhitungan debit air kotor diperkirakan 60-80% pemakaian air bersih (Permen PUPRO4-2017).

Tabel 5 Jumlah Penduduk Kecamatan Mojoroto 2017-2021

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2017	110.687
2	2018	116.598
3	2019	105.442
4	2020	118.560
5	2021	118.152

Sumber : BPS Kota Kediri

Tabel 6 Presentase Penduduk 2017-2021

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Presentase Kenaikan Jumlah Penduduk (r)
1	2017	110.687	5,3403%
2	2018	116.598	
3	2019	105.442	-9,5679%
4	2020	118.560	12,4410%
5	2021	118.152	-0,3441%
Jumlah r			7,8692%
Rata - rata r			1,9673%

Sumber : Hasil Analisa

Contoh perhitungan prosentase kenaikan jumlah penduduk (r):

Jumlah penduduk tahun 2017 = 110.687 jiwa

Jumlah penduduk tahun 2018 = 116.598 jiwa

$$r = \frac{(\text{jumlah penduduk 2018} - \text{jumlah penduduk 2017})}{\text{jumlah penduduk 2017}} \times 100\%$$

$$r = \frac{(116598 - 110687)}{110687} \times 100\%$$

$$r = 5,3403\%$$

Tabel 7 Proyeksi jumlah penduduk

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)		
		Aritmatika	Geometrik	Eksponensial
1	2022	2022	120.476	120.476
2	2023	2023	122.801	122.847
3	2024	2024	125.125	125.263
4	2025	2025	127.450	127.728
5	2026	2026	129.774	130.240
6	2027	2027	132.098	132.803
7	2028	2028	134.423	135.415
8	2029	2029	136.747	138.079
9	2030	2030	139.072	140.796
10	2031	2031	141.396	143.566

Sumber : Hasil Analisa

Setelah melakukan proyeksi penduduk menggunakan 3 metode diatas, kemudian dilakukan uji kesesuaian dengan menghitung koefisien korelasi. Koefisien korelasi ini bertujuan untuk pemilihan metode yang tepat dengan pertimbangan pada nilai korelasi bernilai 1 atau -1 dan mendekati keduanya. Untuk hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) x (\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2] x [n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Dari perhitungan koefisien korelasi, maka dapat menggunakan metode eksponensial dengan nilai korelasi sebesar 0.47359.

Berdasarkan tingkat kebutuhan air bersih untuk wilayah dengan kategori kecil 130-150 lt/hari dan debit air limbah domestik yang dibuang ke saluran berkisar 60-80% dari debit air minum, maka besarnya debit air kotor dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{Pn x (60\% - 80\%) x Qkeb}{A}$$

Data yang diketahui :

Pn tahun ke 10 = 143.840 jiwa

Qkeb = 80 % x 150 liter/orang/hari

= 120 liter/orang/hari

A = 26,93 km<sup>2</sup> (Luas Kecamatan Mojojoto)

Maka :

$$Q = \frac{143.840 \times 80\% \times 120}{26,93} \frac{t/org/hari}{km^2}$$

$$Q = \frac{17260805,434}{26,93} \frac{t/org/hari}{km^2}$$

$$Q = \frac{0,1997}{26933890} \frac{m^3/dt}{m^2}$$

$Q = 7,417 \times 10^{-9} m^3/detik$  tiap satu meter persegi (m<sup>2</sup>).

Jadi besarnya debit buangan kawasan  $7,417 \times 10^{-9} m^3/detik$  dalam satuan meter persegi (m<sup>2</sup>) sedangkan untuk besar debit buangan di masing-masing saluran dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{saluran} = Q \times \text{luas daerah layanan}$$

$$Q_{saluran} = 7,417 \times 10^{-9} \times (0,01758 \times 1.000.000)$$

$$Q_{saluran} = 0,000130 m^3/dt$$

### Debit Total

Debit total merupakan hasil akumulasi debit air hujan (Qah) dan debit air kotor (Qak) yang melewati saluran drainase pada suatu kawasan. Berikut contoh analisa debit total di jalan Tembus Tumpang:

$$Q_r = Q_{air\ hujan} (Q_{ah}) + Q_{air\ kotor} (Q_{ak})$$

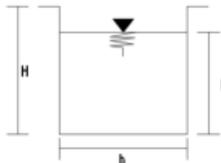
$$Q_r = 0,00614 + 0,00013$$

$$Q_r = 0,0063 m^3/dt$$

### Analisa Hidraulika

Perhitungan dilakukan pada 2 jenis saluran yaitu segi empat dan trapesium, berikut hasil analisisnya :

a. Perhitungan kapasitas saluran dengan penampang berbentuk segiempat di Jalan Tembus Tumpang



Gambar 4. Penampang berbentuk segiempat

Panjang Saluran (L) = 420 m

Lebar Dasar Saluran (b) = 1 m

Kedalaman Muka Air (h) = 0.68 m

Kemiringan Saluran (S) = 0.002

Koefisien Kekasaran Manning (n) = 0.03

- Menghitung luas penampang(A)

$$A = b \cdot h$$

$$A = 1 \times 0,68$$

$$A = 0,483 m^2$$

- Menghitung penampang basah saluran (P)

$$P = b + 2 \cdot h$$

$$P = 1 + (2 \times 0,68)$$

$$P = 2,4 m$$

- Menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{0,483}{2,4}$$

$$R = 0,288 m$$

- Menghitung kecepatan aliran dasar saluran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,03} \times 0,2883^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,7098 m/dt$$

- Menghitung kapasitas saluran (Qs)

$$Q_s = A \cdot V$$

$$Q_s = 0,483 \times 0,7098$$

$$Q_s = 0,483 m^3/dt$$

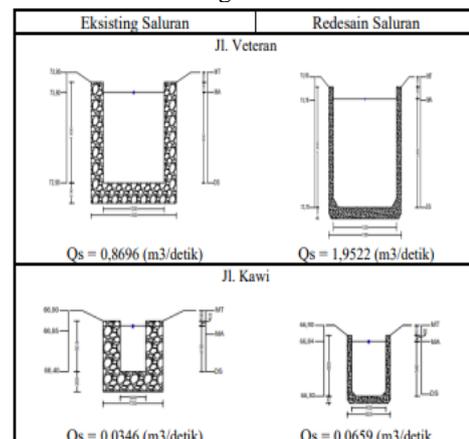
### Solusi permasalahan banjir Kec. Mojojoto

Dalam menghadapi permasalahan banjir genangan yang terjadi Di Kecamatan Mojojoto, telah dilakukan pengkajian mendalam terhadap kondisi saluran drainase dengan mempertimbangkan berbagai aspek. Pendekatan dilakukan dengan fokus utama penanganan pada lokasi genangan dan saluran yang memiliki debit di bawah kapasitas maksimum. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi solusi yang tepat dan efisien Berdasarkan analisis tersebut, berikut alternatif penanganan untuk mengatasi banjir yang terjadi:

1. Normalisasi/ peningkatan kapasitas saluran drainase.

- Redesain dimensi saluran.

Berdasarkan evaluasi saluran drainase eksisting (Qs) terhadap debit rencana (Qr), teridentifikasi bahwa beberapa saluran, seperti di jalan veteran, dan jalan penanggungan 1, saat ini menjadi lokasi prioritas penanganan banjir genangan. Selain itu, terdapat saluran lain yang berpotensi mengalami penurunan kinerja kapasitas saluran dimasa mendatang. Oleh karena itu, perlu dilakukan redesain saluran untuk meningkatkan efisiensi sistem drainase. Dalam perencanaan ini digunakan saluran U-ditch sebagai solusi utama



Gambar 5 Perbandingan kondisi eksisting dan redesain saluran drainase

- Optimalisasi saluran yang mengalami pendangkalan.

Dari hasil survey pada saluran-saluran drainase di kawasan Mojoroto menunjukkan perlunya optimalisasi. Metode yang dapat dilakukan meliputi pembersihan dan perawatan secara teratur. Jika pendangkalan sudah parah, perlu dipertimbangkan untuk melakukan pengerukan endapan sedimen.

## 2. Monitoring dan evaluasi secara berkala

Monitoring dan evaluasi dapat dilakukan setiap 3 bulan atau semester, namun apabila situasi lebih kritis atau kompleks, bisa jadi perlu dilakukan lebih sering, bahkan setiap bulan.

## 3. Edukasi dan keterlibatan masyarakat

Edukasi dan keterlibatan masyarakat merupakan strategi yang krusial dalam meningkatkan efektivitas sistem drainase. Dengan membangun kesadaran dan partisipasi aktif, masyarakat dapat menjadi mitra dalam upaya menjaga lingkungan dan mencegah masalah banjir. Berikut ada beberapa hal yang dapat dilakukan terkait edukasi dan keterlibatan masyarakat terkait sistem drainase : memberikan sosialisasi dan penyuluhan, kampanye lingkungan hidup, mengatur kegiatan pembersihan, membuat program penghargaan untuk warga yang berkontribusi dalam menjaga lingkungan hidup.

## 4. Komponen Penunjang saluran drainase

Masalah banjir di kecamatan Mojoroto tidak hanya terkait dengan dimensi saluran, tetapi disebabkan oleh perbedaan tinggi antara badan jalan dan lubang saluran pembuangan. Untuk mengatasi masalah ini diperlukan tindakan berupa pemasangan komponen street inlet. Street inlet adalah komponen drainase berbentuk persegi panjang dengan lubang saringan yang diposisikan di tepi jalan untuk menampung dan mengarahkan limpasan air permukaan ke dalam saluran drainase utama.



Gambar 6. street inlet

Pemasangan street inlet di rekomendasikan khususnya di jalan-jalan seperti Jalan Penanggungan, Jalan Kawi, Jalan Mastrip, Jalan KDP Slamet Dan Jalan Dr Saharjo 1A yang saat ini menjadi prioritas penanganan banjir genangan di kawasan Mojoroto, Kota Kediri. Dengan

pemasangan street inlet, diharapkan dapat menyelesaikan dan mengurangi resiko genangan, serta meningkatkan kinerja saluran saluran drainase.

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan survey dan pengamatan di lokasi studi, yang sering memicu terjadinya banjir maupun genangan air dapat disimpulkan beberapa hal penting meliputi pendangkalan saluran drainase oleh endapan dan sampah, kurangnya infrastruktur penampung air hujan, pemeliharaan drainase yang kurang memadai, perubahan pola curah hujan yang ekstrem, serta rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan lingkungan. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan data-data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan :

1. Metode analisis hujan rancangan yang digunakan adalah Metode EJ Gumbel pada kala ulang 10 tahun sebesar 162,938 mm.
2. Dengan mengevaluasi kapasitas saluran drainase terhadap debit rencana pada kawasan Mojoroto, Kota Kediri, diketahui bahwa tidak semua saluran dapat menampung debit rencana, terdapat 18 saluran yang mengalami penurunan efisiensi kapasitas tampung. Salah satunya pada saluran di jalan Veteran, besar debit rencana adalah 1,5636 m<sup>3</sup>/dtk dan kapasitas saluran sebesar 1,2006 m<sup>3</sup>/dtk.
3. Pengembangan sistem drainase di Kecamatan Mojoroto, Kota Kediri dilakukan dengan merubah dimensi saluran yang tidak mampu menampung debit banjir rencana. Contohnya di jalan veteran, dimensi saluran eksistingnya memiliki lebar 1 m dan tinggi 1 m telah diredesain menjadi lebar 1 m dan tinggi 1,2 m. perubahan ini bertujuan meningkatkan kapasitas drainase sehingga mampu menampung debit banjir rencana.
4. Pemasangan street inlet direkomendasikan sebagai solusi efektif dalam menangani banjir genangan di Jalan Penanggungan, Jalan Kawi, Jalan Mastrip, Jalan KDP Slamet Dan Jalan Dr Saharjo 1A, mengingat kondisi permukaan bahu jalan memiliki elevasi lebih tinggi daripada bahu jalan itu sendiri.

### Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis di wilayah studi Kecamatan Mojoroto, Kota Kediri, maka saran yang dapat penulis berikan adalah :

1. Monitoring dan evaluasi sistem drainase secara berkala untuk memastikan saluran drainase dapat beroperasi secara optimal. Melalui pemeliharaan yang rutin, seperti

- pembersihan dan perbaikan struktur, dapat memastikan bahawa sistem drainase tetap berfungsi efektif dalam mengatasi aliran air dan mencegah terjadinya genangan.
2. Perlunya edukasi dan keterlibatan masyarakat mengenai pentingnya menjaga lingkungan dan drainase untuk mencegah banjir yaitu dengan melakukan sosialisasi, penyuluhan, kampanye lingkungan hidup. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran akan dampak negatif, sehingga masyarakat dapat aktif berpartisipasi dalam upaya pemeliharaan dan pengelolaan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Edisono, S. (1997). *Drainase Perkotaan*. Gunadarma, Jakarta.
- Khaerina, S. S., Pranoto, R., & Jatmika, B. (2020). Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Crossing Jl. Raya Cibadak. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(1), 23–34.
- Kustamar, K. (2019). *Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian Urban Dan Pesisir*. Dreamlitera.
- Lourin, L. (2019). *Evaluasi Dan Perencanaan Saluran Drainase Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon*. Itn Malang.
- Mundra, I. W., Roostrianawaty, N., & Adha, R. (2020). Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Nganjuk. *Sondir*, 4(1).  
*Permenpupr04-2017*. (T.T.).
- Soemarto, C. D. (1999). *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Soewarno, H. (1995). Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data, Jilid 1. *Bandung: Nova*.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1983). *Hidrologi Untuk Pengairan [Hydrology For Watering]*. Jakarta. Pt Pradnya Paramita.
- Subarkah, I. (1980). *Konstruksi Bangunan Gedung*, Bandung. *Idea Darma*.
- Suripin, 1960 -. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan / Suripin*. Andi.