

Perencanaan Ulang Sistem Saluran Drainase di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik

Dandy Nugroho¹, Bowo Leksono², Irani Sholikhah³

^{1 2 3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

Email: 13dandynugroho@gmail.com, 2bowoleksono508@gmail.com

Abstract

Sub district Menganti is one of sub districts of the district of Gresik. The region during the rainy season is often suffered flooding. The flooding problem is likely to arise as result of inadequate channels capacity, changes in land use, drainage network system which is not connected properly, and the lack of public awareness of the importance of maintaining the drainage channels, as well. The final project aims to design the drainage system in the sub district of Menganti-Gresik. Drainage is also interpreted as an effort to control groundwater quality in relation to salinity. The purpose of this study is to plan drainage channels in the Menganti District, Gresik Regency. Data or information used is secondary data obtained from the Public Works Department and primary data obtained from direct surveys in the field. The data processing method uses manual calculation in accordance with the rational method for calculating rain discharges, and the manning formula for channel discharges. The conclusions that can be drawn from this research are: 1) Floods that occur are caused by many areas that do not have a well-integrated drainage network system. 2) The design flow velocity for secondary drainage is 1.93–3.19 m/s. The dimensions of the secondary drainage channel are rectangular with variations in width 0.94–2.28 m and channel height 0.47–1.14 m. 3) The design flow velocity for primary drainage is 2.4–4.5 m/s. The dimensions of the primary drainage channel are rectangular with variations in width of 0.91–1.62 m and channel height 0.5–0.8 m.

Keywords: *drainage, gresik, menganti, re-planning*

1. Pendahuluan

Menganti merupakan salah satu Kecamatan yang berada di Kabupaten Gresik yang mengalami perkembangan cukup pesat. Faktor inilah yang menyebabkan Kecamatan Menganti mengalami perubahan tata guna lahan yang semula merupakan lahan sawah, tambak, dan lahan konservasi yang mampu meresapkan dan menampung sementara air hujan berubah menjadi lahan yang diperuntukan untuk kawasan permukiman, pertokoan, perdagangan dan jasa. Perubahan fungsi lahan secara terus menerus akan memperbesar aliran air yang pada akhirnya akan memperbesar debit limpasan permukaan yang harus dialirkan melalui saluran.

Pembangunan yang meningkat yang terjadi di Kecamatan Menganti mengakibatkan berkurangnya kapasitas lahan yang berfungsi sebagai resapan atau penampung air hujan. Pesatnya perkembangan kawasan di Kecamatan Menganti tidak disertai dengan adanya pembuatan jaringan drainase kota yang memadai, sehingga air hujan yang turun tidak dapat dialirkan dengan baik dan lancar. Perubahan fungsi lahan secara terus menerus akan memperbesar aliran air yang pada akhirnya akan memperbesar debit limpasan permukaan yang harus dialirkan melalui saluran.

Pesatnya perkembangan kawasan di Kecamatan Menganti tidak disertai dengan jaringan drainase kota yang memadai, sehingga air hujan yang turun tidak dapat dialirkan dengan baik dan lancar. Kondisi ini membawa berbagai masalah, salah satunya ialah genangan air/banjir yang dirasakan oleh masyarakat Kabupaten Gresik, khususnya masyarakat yang berada di wilayah Kecamatan Menganti. Genangan atau banjir yang terjadi Kecamatan Menganti diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi berdasarkan data curah hujan dari Dinas Pekerjaan Umum Bidang Pengairan serta masih banyaknya kawasan yang belum mempunyai saluran drainase yang terintegrasi dengan baik, banyaknya tumpukan sampah, terjadi kerusakan fisik pada sistem jaringan serta masih banyak endapan yang terdapat di dalam saluran yang diakibatkan oleh buangan limbah dari penduduk yang ada di Kecamatan Menganti.

Permasalahan itu yang menyebabkan kapasitas sistem tidak bisa lagi menampung debit aliran sehingga menimbulkan banjir/genangan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti merasa perlu melakukan penelitian tentang perencanaan ulang sistem saluran drainase dengan memperhitungkan curah hujan harian sebagai perhitungan debit puncak.

2. Metode

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan *survey* terhadap keberadaan saluran eksisting. Jika di lokasi penelitian terdapat saluran yang rusak, maka dilakukan penataan sistem saluran drainase berupa pembuatan sistem saluran. Langkah selanjutnya ialah pengecekan kondisi lokasi penelitian untuk melihat apakah terjadi masalah berupa genangan/banjir di lokasi tersebut. Masalah genangan yang ada diharapkan dapat diatasi dengan melakukan penataan sistem saluran berupa perubahan sistem saluran ataupun menambah kapasitas saluran. Penataan sistem saluran yang dilakukan menghasilkan sistem jaringan drainase yang baru yang akan digunakan sebagai patokan untuk analisa selanjutnya.

Analisis hidrologi

Terdapat tiga cara dalam menentukan distribusi hujan areal, yaitu cara rata-rata aljabar, cara poligon Thiessen, dan cara garis isohyets [1]. Dari ketiga cara untuk menentukan distribusi curah hujan areal tersebut, penelitian ini menggunakan cara rata-rata aljabar. Curah hujan diasumsikan kurun waktu 5 tahun [2]. Data curah hujan didapat dari 3 stasiun curah hujan yang berada di sekitar Menganti, yaitu stasiun hujan Menganti, stasiun hujan Krikilan, dan stasiun hujan Benjeng. Berikut adalah rumus distribusi hujan areal cara rata-rata aljabar [3].

$$R = 1/n (R_1+R_2+R_3+....+R_n)$$

dimana:

R = Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

R_n = Tinggi curah hujan pada stasiun ke n (mm)

n = Jumlah stasiun penakar hujan (buah)

Perhitungan curah hujan rancangan maksimum

Perhitungan curah hujan rancangan maksimum menggunakan metode Gumbel [4]. Hasil curah hujan nantinya digunakan untuk menghitung intensitas hujan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Berikut adalah rumus yang digunakan.

$$R_T = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_1 - Y_n)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

dimana:

R_T = curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun (mm)

\bar{R} = curah hujan rata-rata hasil pengamatan (mm)

Y₁ = *reduced variable*, parameter Gumbel untuk periode T tahun

Y_n = *reduced mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

S_x = standar deviasi

S_n = *reduced* standar deviasi, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

X_i = curah hujan maksimum (mm)

n = lamanya pengamatan (tahun)

Analisis intensitas curah hujan

Intensitas hujan adalah besarnya curah hujan rata-rata yang terjadi di suatu daerah dalam kurun waktu tertentu yang sesuai dengan waktu konsentrasi pada periode ulang tertentu. Pada umumnya, makin besar nilai waktu (t) maka makin kecil nilai intensitas hujannya. Jika tidak ada waktu untuk

mengamati beberapa intensitas hujan atau disebabkan oleh ketiadaan alat, maka dapat ditempuh dengan cara empiris dengan menggunakan rumus Mononobe [5].

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

dimana:

I = intensitas hujan rata-rata selama t jam (mm/jam)

t_c = waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir (jam)

R_{24} = curah hujan harian atau hujan selama 24 jam (mm)

Koefisien limpasan

Koefisien limpasan adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (surface run off) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi) [5]. Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien limpasan harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan di kemudian hari.

Tabel 1. Koefisien limpasan

Karakter Permukaan	Koefisien Limpasan (C)
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Multi unit, terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
Aspal, beton	0,70 – 0,65
Batu bata, paving	0,50 – 0,70

Perhitungan limpasan air hujan

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional sebagai berikut.

$$Q = \frac{1}{3,6} C.I.A.$$

dimana:

Q = debit rencana (m³/detik)

C = koefisien *run off*

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = area tangkapan hujan (km²)

Perhitungan dimensi saluran

Perhitungan dimensi saluran menggunakan rumus Manning, yaitu:

$$Q = v.A$$

$$Q = \frac{1}{n} .A.R^{\frac{2}{3}}.S^{\frac{1}{2}}$$

$$F = \sqrt{c \times h}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h}$$

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

dimana:

Q = debit air yang disalurkan (m³/dt)

v = kecepatan rata-rata dalam saluran (m/dt)

n = koefisien kekasaran Manning

A = luas penampang basah (m²)

b = lebar saluran (m)

h = tinggi saluran (m)

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan hidrolis (m/m)

P = keliling basah (m)

F = *freeboard* (m)

c = koefisien, dengan syarat: $Q \leq 0,6 \text{ m}^3/\text{dt}$

$c = 0,14$

$0,6 \text{ m}^3/\text{dt} \leq Q \leq 8 \text{ m}^3/\text{dt}$

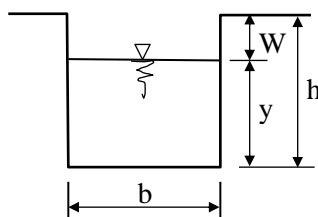
$c = 0,14 - 0,2$

$Q \geq 8 \text{ m}^3/\text{dt}$

$c = 0,23$

Bentuk saluran

Fungsi utama dari saluran air ialah untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar [6]. Saluran air sistem drainase, dalam penelitian ini, direncanakan berbahan beton dan berbentuk persegi empat.



Gambar 1. Penampang saluran rencana

Persamaan untuk menghitung luas penampang basah (A)

$$A = b \times h$$

dimana:

A = luas penampang (m²)

b = lebar bawah (m)

h = kedalaman saluran (m)

Persamaan untuk menghitung keliling basah (P)

$$P = b + 2h$$

dimana:

P = keliling basah (m)

b = lebar bawah (m)

h = kedalaman saluran (m)

Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

dimana:

R = jari-jari hidrolis (m)

A = luas penampang (m²)

P = keliling basah (m)

Persamaan untuk menghitung kecepatan aliran (v)

$$v = \frac{1}{n} (R)^{\frac{2}{3}} (S)^{\frac{1}{2}}$$

dimana:

v = kecepatan aliran (m/dt)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan saluran

Persamaan untuk menghitung debit aliran saluran (Q)

$$Q = v \times A$$

dimana:

Q = debit rencana (m^3/dt)

v = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang (m^2)

Persamaan untuk menghitung tinggi jagaan (W)

$$W = \frac{1}{3} \cdot h$$

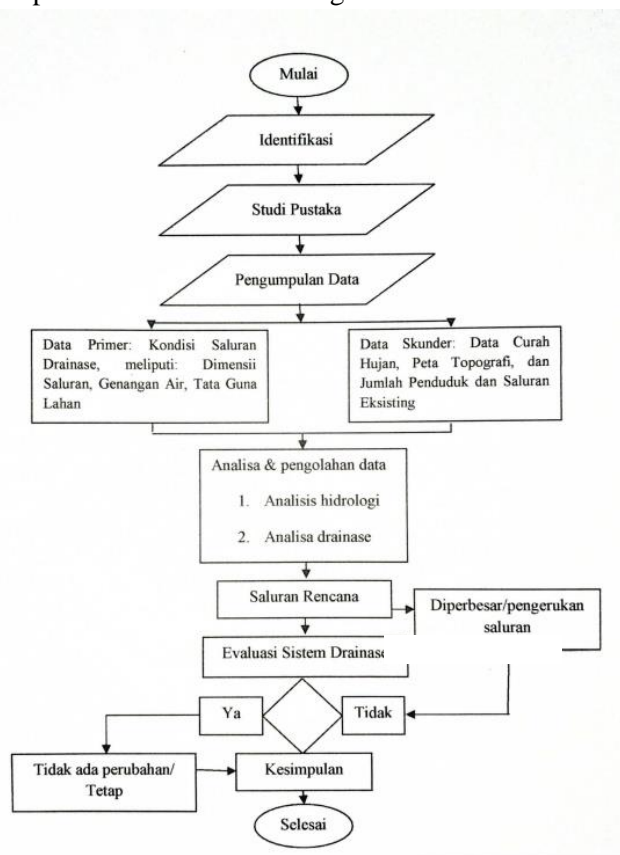
dimana:

W = tinggi jagaan (m)

h = kedalaman saluran (m)

Diagram alir penelitian

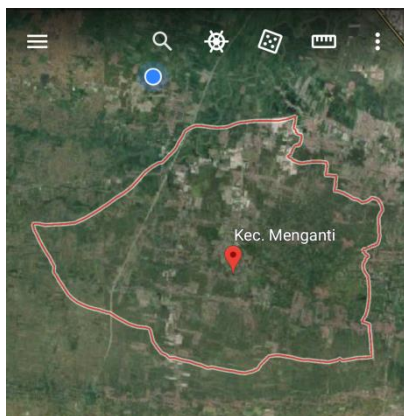
Diagram alir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Menganti , Kabupaten Gresik. Lokasi penelitian dapat dilihat di gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Lokasi penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dengan periode 10 tahun. Data curah hujan dari 3 stasiun penakar dikumpulkan dan dianalisis untuk mencari data yang mempengaruhi hasil perhitungan. Setelah dihitung maka akan diketahui data curah hujan tertinggi di tiap stasiun hujan. Hasil perhitungan tersebut adalah:

R stasiun Menganti = 78,8

R stasiun Benjeng = 81,2

R stasiun Krikilan = 96

Selanjutnya menghitung curah hujan areal. Dalam perencanaan ini perhitungan curah hujan harian maksimum dilakukan dengan metode Gumbel. Sedangkan distribusi intensitas hujan dihitung dengan metode Van Breen [7].

Tabel 2. Hasil perhitungan curah hujan maksimum

Waktu (menit)	Metode Perhitungan Intensitas Hujan			
	Van Breen		Hasper Wedewen	
	5	10	5	10
5	153	183	159	170
10	130	163	122	134
20	118	135	90	101
40	90	103	72	72
60	63	96	50	58
120	46	53	32	37
240	28	35	19	22

Hasil dari perhitungan intensitas hujan akan dipergunakan untuk menghitung debit tiap saluran tiap blok. Besar debit limpasan hujan bergantung pada besar intensitas hujan yang terjadi, luas area tangkapan dan fungsi tata guna lahan. Ketiga faktor ini memberikan pengaruh pada nilai koefisien pengaliran air hujan (*run off*) yang ditunjukkan dengan notasi C. Besarnya nilai C dapat diambil dari hasil penelitian pola pengaliran terhadap bentuk-bentuk peruntukkan lahan. Penentuan arah aliran permukaan direncanakan sesuai dengan keadaan topografi. Apabila saluran lebih dari satu untuk tiap beban, maka dilakukan perhitungan koefisien pengaliran gabungan (*cr gabungan*).

Perhitungan debit limpasan hujan berdasarkan nilai koefisien pengaliran (C), intensitas hujan rencana (I) (berdasarkan rumus hujan metode Talbot), dan luas daerah aliran (A). Selain itu juga memperhitungkan waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan dari titik jatuh hujan terjauh sampai saluran terdekat (t_0) dan waktu yang diperlukan air untuk mengalir di saluran dari titik alir terjauh sampai titik keluaran saluran (t_d). Selanjutnya memperhitungkan kebutuhan air bersih tiap blok.

Nantinya akan diketahui, Q_{domestik} dan $Q_{\text{non domestik}}$ dengan cara $Q_{\text{air buangan}} = 70\% \times (Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}})$ dan menghasilkan Q_{buangan} .

Tabel 3. Hasil perhitungan dimensi saluran sekunder

Blok	Saluran	L_d (m)	H_d	S_{medan}	n	Q (m ³ /dt)	A_{Saluran} (m ²)	H (m)	b (m)	P (m)	R (m)	V_{cek} (m/dt)	C	F_b (m)
I	A1-A2	136	1	0,0074	0,025	1,94	1,10	0,74	1,48	3,0	0,37	1,8	0,445	0,57
II	B1-B2	132	6	0,0455	0,025	1,88	0,54	0,52	1,04	2,1	0,26	3,5	0,440	0,48
III	C1-C2	176	5	0,0284	0,025	1,27	0,48	0,49	0,98	2,0	0,25	2,6	0,510	0,50
IV	D1-D2	140	1	0,0071	0,025	4,87	2,21	1,05	2,10	4,2	0,53	2,2	0,548	0,76
IV	D2-D3	132	1	0,0076	0,025	4,88	2,17	1,04	2,08	4,2	0,52	2,2	0,548	0,76
V	E1-E2	332	1	0,0030	0,025	0,95	0,89	0,67	1,34	2,7	0,33	1,1	0,570	0,62
VI	F1-F2	80	1	0,0125	0,025	0,75	0,44	0,47	0,94	1,9	0,23	2,0	0,445	0,46
VI	F2-F3	172	3	0,0174	0,025	1,15	0,54	0,52	1,04	2,1	0,26	2,1	0,445	0,48
VI	F3-F4	180	1	0,0056	0,025	0,82	0,64	0,57	1,13	2,3	0,28	1,3	0,445	0,50
VII	G1-G2	160	1	0,0063	0,025	1,25	0,84	0,65	1,29	2,6	0,32	1,5	0,510	0,57
VIII	J1-J2	180	13	0,0722	0,025	3,05	0,65	0,57	1,14	2,3	0,29	4,6	0,495	0,53
IX	K1-K2	204	7	0,0343	0,025	1,62	0,54	0,52	1,04	2,1	0,26	3,0	0,480	0,50
X	L1-L2	140	2	0,0143	0,025	2,33	0,98	0,70	1,40	2,8	0,35	2,4	0,480	0,58
X	L2-L3	360	11	0,0306	0,025	2,45	0,77	0,62	1,24	2,5	0,31	3,2	0,480	0,54
XI	M1-M2	200	3	0,0150	0,025	3,15	1,21	0,78	1,55	3,1	0,39	2,6	0,510	0,63
XII	N1-N2	140	9	0,0643	0,025	4,97	0,99	0,70	1,40	2,8	0,35	5,0	0,525	0,61
XII	N2-M1	132	9	0,0682	0,025	4,82	0,94	0,69	1,37	2,7	0,34	5,1	0,525	0,60
XIII	O1-O2	160	8	0,0500	0,025	5,07	1,10	0,74	1,48	3,0	0,37	4,6	0,446	0,58
XIII	O2-O3	156	8	0,0513	0,025	6,01	1,24	0,79	1,57	3,1	0,39	4,8	0,446	0,59
XIV	P1-P2	180	1	0,0056	0,025	2,10	1,29	0,80	1,61	3,2	0,40	1,6	0,495	0,63
XV	Q1-Q2	168	4	0,0238	0,025	2,25	0,79	0,63	1,26	2,5	0,31	2,8	0,455	0,53
XVI	R1-R2	160	4	0,0250	0,025	11,24	2,59	1,14	2,28	4,6	0,57	4,3	0,515	0,77
XVII	S1-S2	220	2	0,0091	0,025	3,47	1,57	0,88	1,77	3,5	0,44	2,2	0,520	0,68

Ketika Q_{buangan} dan Q_{limpasan} dijumlahkan, maka akan menghasilkan Q_{total} yang nantinya akan digunakan untuk merencanakan dimensi saluran. Sebelumnya kita harus mengetahui elevasi tanah dan saluran terlebih dahulu.

Tabel 4. Hasil perhitungan dimensi saluran primer

Blok	Saluran	L_d (m)	H_d	S_{medan}	n	Q (m ³ /dt)	A_{saluran} (m ²)	H (m)	b (m)	P (m)	R (m)	V_{cek} (m/dt)	C	F_b (m)
VII	H1-H2	120	11	0,0917	0,025	1,86	0,41	0,5	0,91	1,8	0,23	4,5	0,510	0,48
VIII	I1-I2	84	1	0,0119	0,025	3,12	1,31	0,8	1,62	3,2	0,40	2,4	0,495	0,63

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini ialah:

1. Banjir yang terjadi disebabkan karena banyak wilayah belum memiliki sistem jaringan drainase yang terintegrasi dengan baik.
2. Kecepatan aliran rencana untuk drainase sekunder yaitu 1,93–3,19 m/dt. Dimensi saluran drainase sekunder berbentuk segi empat dengan variasi lebar 0,94–2,28 m dan tinggi saluran 0,47–1,14 m.
3. Kecepatan aliran rencana untuk drainase primer yaitu 2,4–4,5 m/dt. Dimensi saluran drainase primer berbentuk segi empat dengan variasi lebar 0,91–1,62 m dan tinggi saluran 0,5–0,8 m.

Referensi

- [1] U. Andawayanti, *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terintegrasi*. Universitas Brawijaya Press, 2019.
- [2] Z. Kafara, F. Y. Rumlawang, and L. J. J. B. J. I. M. d. T. Sinay, "Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)," vol. 11, no. 1, pp. 63-74, 2017.
- [3] R. J. Kodoatie, *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi, 2021.
- [4] R. Armus et al., *Pengembangan Sumber Daya Air*. Yayasan Kita Menulis, 2021.
- [5] R. Harahap and K. Jeumpa, *BAHAN AJAR DRAINASE*. Media Sains Indonesia, 2021.
- [6] M. B. Al Amin, *Pemodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM*. Deepublish, 2020.

- [7] R. Gunawan, *Gagalnya sistem kanal: pengendalian banjir Jakarta dari masa ke masa*. Penerbit Buku Kompas, 2010.