

PENINGKATAN KINERJA SISTEM DRAINASE PERKOTAAN NGANJUK

I WayanMundra¹, Nenny Roostrianawaty¹, Ryanwira Adha²

¹Dosen, Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bendungan sigura-gura No.2 Malang

²Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Tlogosari No.37FF Malang

Email: Ryanwira04@gmail.com, nennyroos.nr@gmail.com

ABSTRAK

Setiap musim penghujan tiba memungkinkan di daerah perkotaan terjadi genangan bahkan berdampak banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa apakah saluran drainase di Kota Nganjuk masih dapat menampung limpasan air hujan dan buangan air domestik. Penelitian ini menggunakan data yang diambil melalui pengukuran 83 saluran secara langsung dilapangan dengan memperhatikan tata guna lahan, luas daerah, serta data-data lain yang diperlukan melalui dinas terkait, setelah data terkumpul kemudian dilakukan analisa curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun dengan metode Log Person Type III. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya 15 saluran drainase yang teridentifikasi tidak dapat menampung debit rancangan, untuk itu maka perlu dilakukan perubahan dimensi pada saluran tersebut dengan melakukan pelebaran dasar saluran.

Kata Kunci: debit rancangan, banjir, drainase

1. PENDAHULUAN

Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah perkotaan Nganjuk yang mana perkotaan merupakan daerah urban yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi yang menyebabkan perkembangan pada daerah ini cukup cepat sehingga konsekuensinya ialah perubahan tata guna lahan dan bertambahnya jumlah penduduk yang berakibat pada berubahnya koefisien pengaliran (*run of coefisient*) yang menyebabkan saluran-saluran yang ada tidak mampu lagi mengalirkan debit air hujan sehingga menyebabkan genangan air pada saluran-saluran air pada perkotaan Nganjuk.

Sampai saat ini saluran drainase yang ada di perkotaan Nganjuk tidak mampu menampung dan mengalirkan kapasitas air yang berasal dari hujan dan buangan air kotor masyarakat. Hal ini diperparah dengan adanya beberapa daerah yang tidak tersedianya saluran seperti di Jalan Barito, ditambah lagi beberapa saluran dengan kondisi tertutup menyebabkan sulitnya pemeliharaan dan pengawasan dan kemungkinan terjadinya penyumbatan saluran oleh sampah sangat besar sehingga fungsi saluran kurang optimal. Hal ini menyebabkan diperlukannya peningkatan sistem pada drainase di perkotaan Nganjuk. Adapun sebab-sebab terjadinya genangan air di perkotaan Nganjuk adalah sebagai berikut :

1. Berkurangnya luas lahan resapan air akibat banyaknya kawasan terbangun yang menyebabkan

dimensi saluran tidak dapat menampung debit air buangan.

2. Pemeliharaan yang kurang baik serta kurangnya kesadaran masyarakat untuk ikut andil dalam menjaga dan memelihara saluran yang ada, seperti adanya sampah dan sedimen
3. Saluran yang rusak menyebabkan saluran terputus. Manfaat dari penelitian diharapkan dapat memberikan informasi dalam memelihara sistem drainase Perkotaan Nganjuk dan penelitian ini dapat berguna untuk perbaikan sehingga mengurangi genangan/banjir di daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Debit air hujan

Data yang digunakan berasal dari stasiun penakar hujan didaerah studi atau daerah dekat studi dengan jangka waktu yang cukup Panjang minimal 10 tahun terakhir sehingga diperoleh perhitungan yang teliti. Adapun aspek-aspek hidrolgi yang diperlu dikaji antara lain :

Curah hujan rerata daerah

Perhitungan ini dilakukan dengan membuat polygon thiessen. Poligon Thiessen ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun.

Dengan demikian tiap stasiun penakar stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu wilayah polygon tertutup. Perhitungan curah hujan dengan cara polygon Thiessen mempergunakan persamaan sebagai berikut : (CD. Soemarto, 1987)

$$R = \frac{R_1 \times C_1 + R_2 \times C_2 + R_3 \times C_3 + \dots + R_n \times C_n}{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}$$

Keterangan :

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ = Koefisien Thiessen

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ = Curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

R = Curah hujan daerah (mm)

Curah hujan rancangan

Untuk memperkirakan besarnya curah hujan rencana dilakukan dengan metode E.J Gumbel dan Log pearson Type III.

1. Metode E.J Gumbel

Persoalan tertua yang berhubungan dengan harga-harga yang ekstrim adalah yang datang dari persoalan banjir. Tujuan dari statistic harga-harga ekstrim adalah untuk menganalisa hasil pengamatan harga-harga ekstrim tersebut untuk maramal harga-harga ekstrim berikutnya . (Gumbel, 1941). Adapun rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$X_r = \bar{x} + K.S$$

Keterangan :

X_r = Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk veriode ulang T tahun

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \text{Harga rata-rata dari data (mm)} \\ &= \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i \end{aligned}$$

S = Standart Deviasi

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

K = Faktor Frekuensi yang merupakan fungsi dari peridoe ulang dan tipe distribusi frekuensi

$$= \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

Keterangan :

Y_T = Reduced variety sebagai fungsi dari waktu ulang T, untuk distribusi E.j Gumbel

Y_n = Reduced Mean sebagai fungsi dari banyak data (n)

S_n = Reduced standart deviation sebagai fungsi dari banyak data (n)

Dengan mendistribusikan persamaan ($X_r = \bar{x} + K.S$) dan ($K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$), maka diperoleh :

$$X_r = X + \frac{Y_r - Y_n}{S_n} S_x$$

$$X_r = X + \frac{Y_r - Y_n}{S_n} [Y_r - Y_n]$$

Jika : $\frac{1}{a} = \frac{S_x}{S_n}$ dan $b = X - \frac{S_x}{S_n} Y_n$

$$b = X - \frac{Y_n}{a}$$

Maka persamaan diatas menjadi :

$$X_r = b + \frac{1}{a} Y_r$$

Keterangan :

X_T = Besarnya hujan dengan waktu T tahun (mm)

Y_T = Reduced variate

2. Distribusi Log pearson Type III

Setelah diketahui tinggi curah hujan harian maksimum dari data hujan yang diperoleh, maka dengan menggunakan metode ini dapat dihitung besarnya hujan rencana yang terjadi dengan periode T tahun.

Metode pada distribusi Log Pearson Type III menggunakan rumus sebagai berikut :(Cornelius, 2000)

$$\log X_r = \overline{\log X} + (G.S)$$

Keterangan :

$\overline{\log X}$ = Rata-rata dari logaritma curah hujan.

G = Faktor koefisien kepengcangan (C_G) terhadap waktu ulang (p).

S = Standart deviasi

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

Uji kesesuaian distribusi

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.

1. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut dengan Δ_{maks} . Dalam bentuk persamaan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta_{maks} = | P_e - P_t |$$

Dengan :

Δ_{maks} = Selisih antara peluang empiris dan peluang teoritis

Δ_{er} = Simpangan kritis

P_e = Probabilitas empiris

P_t = Probabilitas Teoritis

Kemudian dibandingkan antara Δ_{maks} Dengan Δ_{er} Bila $\Delta_{maks} < \Delta_{er}$ maka pemilihan distribusi frekuensi tersebut dapat diterapkan pada data tersebut.

2. Uji Chi-Square

Uji ini dilakukan untuk menguji simpangan secara vertikal yang ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$X^2 = \sum \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}$$

Keterangan :

X^2 = Harga Chi Square

E_j = Frekuensi teoritis kelas J

O_j = Frekuensi pengamatan kelas J

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan rumus

$$K = 1 + 3,2222 \log n$$

$$V(DK) = K - 1 - m$$

Keterangan :

K = Jumlah kelas distribusi

n = Banyaknya data

V(DK) = Derajat kebebasan

m = Parameter, besarnya = α

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, maka nilai $X^2 < X_{cr}^2$

Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi (T_c) adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik yang paling jauh pada daerah aliran sampai dengan titik yang ditinjau. Salah satu rumus yang dikembangkan oleh (Kirpich,1940). Dalam perjalanan limpasan air hujan, air melalui dua fase lahan yaitu fase lahan dan fase saluran. Waktu konsentrasi adalah jumlah dari fase lahan dan fase saluran sehingga perumusannya menjadi :

$$T_c = \left[\frac{0,0195}{60} x \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \right]$$

Kemiringan dasar rata-rata saluran :

$$S = \frac{H}{L}$$

Keterangan :

L = Panjang saluran (m)

S = Kemiringan rata-rata daerah aliran (kemiringan dalam saluran)

Intensitas hujan

Pada umumnya makin besar waktu (t) intensitas hujannya makin kecil. Jika tidak ada waktu untuk mengamati beberapa intensitas hujan atau disebabkan oleh alat tidak ada, dapat ditempuh dengan cara empiris dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Mononobe (CD. Soemarto, 1987 : 40)

$$i = \frac{d_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right] m$$

Keterangan:

i = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Waktu (durasi) curah hujan {(menit untuk a sampai c) dan (jam untuk d)}

d_{24} =tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

a, b, n, m= Konstanta

Koefisien pengaliran

Pada suatu daerah pengaliran dengan tata guna lahan yang berbeda-beda, maka besarnya angka koefisien pengaliran ditetapkan dengan mengambil harga rata-rata berdasarkan bobot luas daerah, Tata guna lahan yang dipakai sebagai acuan adalah rencana tata guna lahan pada saat perencanaan ini dilaksanakan.

Pehitungan koefisien pengaliran pada kawasan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan:

C = Harga rata-rata koefisien pengaliran.

C_1, C_2, \dots, C_n = Keofisien pengaliran tiap daerah.

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas masing-masing daerah.

Debit banjir rancangan

Debit banjir rancangan pada daerah studi dihitung dengan menggunakan metode rasional. Dalam perencanaan bangunan air pada daerah pengaliran sungai dimana ada menyangkut masalah hidrologi didalamnya, sering dijumpai dalam puncak banjirnya dihitung dengan metode yang sederhana dan praktis. Pada keadaan tertentu, bentuk hidrograf banjir yang terjadi kadang-kadang tidak dibacakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan.

Pada mulanya metode ini diterapkan dengan persamaan: (Cornelius, 2000)

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

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

Keterangan :

C = Koefisien run off

I = Intensitas maksimum selama waktu konsentrasi

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

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

Debit air kotor

Sebelum melakukan perhitungan debit air kotor terlebih dahulu melakukan perhitungan pertumbuhan jumlah penduduk pada tahun-tahun mendatang. Perhitungan pertumbuhan penduduk dapat diperkirakan dengan menggunakan metode eksponensial (Warpani, 1984).

$$P_n = P_0 \cdot e^{r \cdot n}$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke n .

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun.

r = Angka pertumbuhan penduduk.

n = Jangka waktu dalam tahun

e = Bilangan pokok dari sistem logaritma alam sebenarnya

Selain dengan rumus tersebut, proyeksi jumlah penduduk dapat juga dihitung dengan rumus pertumbuhan penduduk secara geometris. Adapun rumus pertumbuhan penduduk secara geometris sebagai berikut (Warpani, 1984).

$$Pt = P_o(1 + r)^n$$

Keterangan :

P_t = Jumlah penduduk akhir tahun

P_o = Jumlah penduduk awal tahun

r = Tingkat pertumbuhan penduduk

n = Jumlah tahun

Untuk memperkirakan debit air kotor, terlebih dahulu harus diketahui jumlah kebutuhan air rata-rata setiap orang dalam satu hari dan dianggap pemakaian dalam satu jam maksimum sama dengan 10% dan jumlah kebutuhan air dalam satu hari dan dianggap pemakaian dalam satu hari adalah 10 jam. Berdasarkan hal tersebut, maka jumlah air kotor yang dibuang tiap jam adalah 10% dari kebutuhan rata-rata setiap orang perhari.

Dengan demikian jumlah air kotor yang dibuang setiap Km^2 dapat dihitung:

$$Q = \frac{P_n \cdot 80\% \cdot Q_{keb}}{A}$$

Keterangan :

Q = Debit air kotor ($lt/dt/Km^2$)

P_n = Jumlah penduduk

Q_{keb} = $4,167 \cdot 10^{-3}$ ($lt/dt/orang$)

A = Luas daerah (Km^2)

Debit total

Debit total yang digunakan untuk merencanakan suatu saluran yang berasal dari aliran limpasan air hujan dan air buangan rumah tangga kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan debit rencana saluran. Selanjutnya besarnya debit total dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_r = Q_{Total Aliran} + Q_{Rumah Tangga}$$

Keterangan :

Q_r = Debit total ($m^3/detik$)

$Q_{Total Aliran}$ = Debit air hujan ($m^3/detik$)

$Q_{Rumah Tangga}$ = Debit domestik ($m^3/detik$)

Kapasitas saluran

Saluran drainase dapat terbuka atau tertutup sesuai dengan keadaan, meskipun tertutup dan penuh air, alirannya bukan aliran tekanan, sehingga rumus aliran seragam selaku berlaku. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran digunakan rumus Manning. Rumus ini merupakan bentuk yang sederhana dan memberikan hasil yang memuaskan, sehingga rumus ini sangat luas penggunaannya sebagai rumus aliran seragam dalam perhitungan saluran.

Luas penampang basah trapesium

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

Luas penampang basah segi empat $A = b \times h$

$$\text{Keliling basah trapesium } P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1}$$

$$\text{Keliling basah segi empat } P = b + 2h$$

$$\text{Jari-jari hidrolis } R = \frac{A}{P}$$

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

$$\text{Debit aliran } Q = V \cdot A$$

Keterangan :

Q = Debit aliran (m^3)

A = Luas penampang saluran (m^2)

W = Tinggi jagaan = 5% - 30% h

h = Tinggi air

P = Keliling basah

R = Jari-jari hidrolis (m)

n = Angka kekasaran dinding saluran

m = Kemiringan dinding saluran

I = Kemiringan dasar saluran

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berbagai data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Data kapasitas saluran eksisting (Data primer)
- Peta lokasi studi, data curah hujan harian maksimum, peta topografi, tata guna dan lahan, data jumlah penduduk, dan peta jaringan drainase yang sudah ada (Data sekunder)

Teknis Analisa dan Penyajian :

Untuk mencapai hasil-hasil yang diharapkan dan sesuai dengan data-data yang tersedia, langkah-langkah yang harus dipenuhi adalah:

- Untuk permasalahan saluran-saluran yang teridentifikasi tidak memenuhi syarat kapasitasnya :

- Menghitung curah hujan rerata harian maksimum dengan menggunakan metode poligon Thiessen
 - Menghitung curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Gumbel dan log Pearson Type III.
 - Menghitung intensitas curah hujan dengan metode Mononobe.
 - Menghitung besarnya koefisien pengaliran berdasarkan peta tata guna lahan.
 - Menentukan luas daerah pengaliran.
 - Menghitung debit air hujan rancangan dengan metode Rasional.
 - Menghitung debit air kotor setelah menghitung proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk sampai dengan tahun rencana.
 - Menghitung debit maksimum saluran existing.
 - Analisa debit rencana terhadap kapasitas saluran existing.
 - Melakukan peningkatan kapasitas terhadap saluran yang tidak dapat menampung debit air buangan.
 - Memperbesar dimensi saluran drainase.
- Untuk permasalahan sampah pada dasar saluran, talud saluran yang rusak, serta saluran yang bersedimen :
 - Mengamati secara langsung kondisi eksisting saluran.
 - Mencari informasi kepada masyarakat yang bermukim didaerah penelitian untuk mengetahui dengan jelas bagaimana kondisi daerah pada saat hujan.
 - Menganalisa penyebab terjadinya sampah pada dasar saluran, talud saluran yang rusak, serta saluran yang bersedimen.
 - Memberikan solusi terhadap permasalahan yang terjadi.

Analisa dan pembahasan

Curah hujan rerata daerah

Menghitung koefisien Thiessen dengan rumus diatas sebagai berikut :

- Luas total Perkotaan Nganjuk = 288,10 Ha
- Luas pengaruh stasiun Nganjuk = 236,5 Ha
- Luas pengaruh stasiun Jati Rejo = 44,7 Ha
- Luas pengaruh stasiun Patihan = 6,9 Ha

Contoh Perhitungan Koefisien Thiessen :

$$CTH_{Nganjuk} = \frac{A_{Sta.Nganjuk}}{\sum A} = \frac{236,5}{288,10} = 0,821$$

Tabel 1 Hasil Perhitungan Koefisien Thiessen

Nama Stasiun	Sta. Nganjuk	Sta. Jati Rejo	Sta. Patihan
Luas Pengaruh	236,5	44,7	6,9

(A)			
Koefisien Thiessen	0,821	0,155	0,0240

Sumber : Hasil Analisa

Mencari hujan harian metode thiessen dengan cara :

$$X_i = (CTH_A \times \text{Hujan maks A}) + (CTH_B \times \text{Hujan Maks B}) + \dots$$

Contoh Perhitungan Curah Hujan Maksimum :

$$X_i = (0,821 \times 67) + (0,155 \times 0) + (0,024 \times 85) = 57,036 \text{ mm}$$

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Metode Thiessen

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)			Xi (mm)
	Sta. Nganjuk	Sta. Jati Rejo	Sta. Patihan	
	$CTH_{Nganjuk} 0,821$	$CTH_{Jati Rejo} 0,155$	$CTH_{Patihan} 0,024$	
2008	67	0	85	57,036
2009	94	0	126	80,182
2010	18	125	102	36,613
2011	40	68	78	45,254
2012	89	99	79	90,312
2013	85	83	123	85,600
2014	9	96	87	24,367
2015	105	98	72	103,124
2016	49	170	106	69,139
2017	12	110	107	29,480

Sumber : Hasil Analisa

Curah hujan rancangan

41 Curah Hujan Rancangan Metode Log Person Type III

Tabel 3. Perhitungan Distribusi Metode Log Pearson Type III

Tahun	$X_i(\text{mm})$	Log X_i	Log $X_i - \text{Log } X_i$ Rerata	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X_i \text{ Rerata})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X_i \text{ Rerata})^3$
2008	57,036	1,756	0,008	0,0001	0,000001
2009	80,182	1,904	0,156	0,024	0,004
2010	36,613	1,564	-0,184	0,034	-0,006
2011	45,254	1,656	-0,092	0,008	-0,001
2012	90,312	1,956	0,208	0,043	0,009
2013	85,600	1,932	0,185	0,034	0,006
2014	24,367	1,387	-0,361	0,130	-0,047
2015	103,124	2,013	0,266	0,071	0,019
2016	69,139	1,840	0,092	0,008	0,001
2017	29,480	1,470	-0,278	0,077	-0,022
Jumlah	621,107	17,477		0,431	-0,037

Sumber : Hasil Analisa

$$R_{5th} = 86,084 \text{ mm}$$

42 Curah Hujan Rancangan Metode Gumbel

Tabel 4. Perhitungan Distribusi Metode Gumbel

No	Tahun	X_i	$(X_i - X_i \text{ Rerata})$	$(X_i - X_i \text{ Rerata})^2$	$(X_i - X_i \text{ Rerata})^3$
1	2008	57,04	-5,07	25,75	-130,70
2	2009	80,18	18,07	326,57	5901,51
3	2010	36,61	-25,5	650,11	-16576,16
4	2011	45,25	-16,86	284,13	-4789,40
5	2012	90,31	28,2	795,32	22429,08
6	2013	85,6	23,49	551,74	12959,88
7	2014	24,4	-37,74	1424,62	-53770,96
8	2015	103,1	41,01	1682,06	68986,14
9	2016	69,1	7,03	49,4	347,16
10	2017	29,5	-32,63	1064,73	-34742,57
Rata-rata		62,11		685,44	61,40
Σ		621,11		6854,44	613,97
SD				27,597	

Sumber : Hasil Analisa

$$R_{5th} = 91,310$$

Uji kesesuaian distribusi

Untuk pemilihan curah hujan rencana dari beberapa metode perhitungan didasarkan pada uji kosistensi masing-masing metode. Dari perhitungan uji kosistensi kedua metode di ketahui pada uji kosistensi Smirnov-Kolmogorov kedua metode ini memenuhi, sedangkan pada uji kosistensi menggunakan Chi Square kedua metode ini juga memenuhi. Maka untuk memilih metode yang digunakan adalah dengan melihat Dmax yang paling kecil dari uji kosistensi menggunakan metode Smirnov-

Kolmogorov pada kedua Metode tersebut. Berdasarkan hasil tersebut, diambil metode **Log Person Type III** dengan $R_{5th} = 86,084$ mm.

Tabel 5. Hasil Uji Kesesuaian Distribusi

	Uji Chi Square		Uji Smirnov Kolmogorov	
	Gumbel	Log Person Type III	Gumbel	Log Person Type III
Δ Maks			0,332	0,134
Δ Kritis			0,409	0,409
X^2 hitung	6	2		
X^2 standart	11,07	3,841		
Keterangan	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Analisa

Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalirkan air dari suatu titik yang paling jauh ke titik tertentu yang ditinjau pada suatu daerah tertentu.

Pada Jl. Bengawan Solo Kanan, bagian hulu dengan tinggi 57,9 m dan bagian hilir 57,5m. Sehingga (H) yang diperoleh adalah 0,4 m. Sedangkan Panjang saluran (L) 792m. Dengan demikian kemiringan dasar saluran sebagai berikut.

$$S = \frac{H}{L} = \frac{0,4}{792} = 0,0005$$

Sehingga waktu konsentrasi (T_c) adalah :

$$T_c = \left[\frac{0,0195}{60} x \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,75} \right]$$

$$= \left[\frac{0,0195}{60} x \left(\frac{210}{\sqrt{0,0005}} \right)^{0,75} \right]$$

$$= 1,031 \text{ jam}$$

Intensitas hujan

Besarnya intensitas curah hujan ini berbeda-beda yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan yang digunakan dengan R_{24} (kala ulang 5 tahun) sebesar 86,084 mm dengan rata-rata lamanya hujan 0,164706 jam. Hasil dari perhitungan Intensitas Hujan pada Jl. Bengawan Solo Kanan adalah sebagai berikut :

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

$$= \frac{86,084}{24} \left(\frac{24}{1,31} \right)^{2/3}$$

$$= 29,28 \text{ mm/jam}$$

$$= 0,000008 \text{ m/dtk}$$

Selanjutnya untuk perhitungan intensitas hujan disetiap saluran menggunakan cara yang sama.

Keofisien pengaliran

Dalam pemilihan besarnya angka koefisien pengaliran ini harus memperhitungkan kondisi tata guna lahan terkini dan kemungkinan adanya pembangunan dan pengembangan daerah tersebut sangat tergantung pada tata guna lahan. Dari jenis penggunaan lahan di daerah lokasi tersebut kemudian di sesuaikan dengan jenis lahan sehingga akan diperoleh koefisien pengaliran.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Harga Koefisien Pengaliran

DTA	Luasan Penggunaan Tata Guna Lahan (m^2)			Total Luas (m^2)	Nilai C
	$C_{pemukiman}$ 0,6	C_{sawah} 0,25	$C_{Lahan\ terbuka}$ 0,3		
Kali Widas	2.142.863,142	3.146.344,838	722.293,747	6.011.501,727	0,38
Primer Bengawan Solo	916.242,0142	1.684.103,882	154.208,1338	2.754.554,03	0,37
Primer Asri	2.113.186,808	602.551,99	35.056,719	2.750.795,517	0,52
Primer Barito	1.161.721,937	2.945.441,579	54.787,668	4.161.951,184	0,35
Primer Maria	2.251.972,925	1.257.407,081	61.161,646	3.570.541,652	0,47
Kali Kuncir Kiri	1.687.124,474	1.338.035,245	549.460,3091	3.574.620,028	0,42
Kali Kuncir kanan	2.122.862,253	3.757.088,111	88.574,979	5.968.525,343	0,38

Sumber : Hasil Analisa Data

Debit banjir rancangan

Berdasarkan kondisi dilapangan dan harga koefisien pengaliran pada masing-masing daerah tangkapan air maka besar nya debit limpasan pada tiap-tiap ruas saluran dapat dicari. Contoh perhitungan pada DTA primer barito saluran Jl.Bengawan Solo Kanan dengan luas pengaliran $11.023,9 \text{ m}^2$:

$$Q^{ranc} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,35 \times 0,00008 \times 11.023,95$$

$$= 0,081 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Selanjutnya melakukan perhitungan komulatif debit yaitu apabila ada debit aliran dari sub saluran yang masuk ke sub saluran yang lain, sehingga debit aliran air pada sub yang dilalui mengalami penambahan. Contoh perhitungan pada saluran primer bengawan Solo :

$$Q_{Komulatif} = Q_{Primer Bengawan Solo} +$$

$$Q_{Jl.Bengawan Solo 7 Ka} + Q_{Jl.Bengawan Solo 8 Ki} +$$

$$Q_{Jl.Bengawan Solo 8 Ka} + Q_{Jl.Bengawan Solo 9 Ki} +$$

$$Q_{Jl.Bengawan Solo 9 Ka} + Q_{Jl.Barito ki 4} +$$

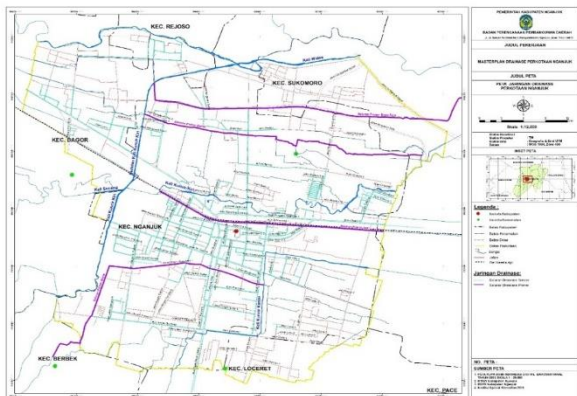
$$Q_{Jl.Barito ka 4}$$

$$Q_{Komulatif primer Bengawan Solo} = 0,0212 +$$

$$0,018 + 0,015 + 0,088 + 0,024 + 0,024 + 0,032 +$$

$$0,32 = 0,445 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Untuk perhitungan lebih lengkap dan skema jaringan drainase bisa dilihat pada lampiran.



Gambar 1. Peta Jaringan Drainase Perkotaan Nganjuk

Debit air kotor

Dalam menghitung proyeksi jumlah penduduk pada tahun yang direncanakan data yang diperoleh berasal dari badan pusat statistic (BPS). Kabupaten Nganjuk (Sumber/Source: Proyeksi Penduduk Indonesia 2010–2035/Indonesia Population Projection 2010–2035) Dengan jumlah penduduk pada lokasi studi

berjumlah 68639 jiwa dengan ratio laju pertumbuhan penduduk 0,46 % di tahun 2017. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk proyeksi jumlah penduduk menggunakan persamaan eksponensial.

Didapatkan dari BPS :

$$P_0 = 68639 \text{ jiwa}$$

$$e = 2,718 \text{ (koefisien eksponensial)}$$

$$r = 0,046 \text{ (ratio pertumbuhan penduduk)}$$

$$n = 5 \text{ tahun}$$

Maka :

$$P_n = P_0 \cdot e^{r \cdot n}$$

$$= 68639 \cdot 2,718^{0,46 \cdot 5}$$

$$= 86387 \text{ jiwa}$$

Jadi, dipertimbangkan pertumbuhan penduduk pada tahun 2022 adalah 86387 jiwa.

Daerah penelitian memiliki pembuangan air kotor bersifat tunggal, jadi langsung dibuang pada saluran didepan maupun disamping rumah dengan air buangan industri pada saluran yang sama.

Berdasarkan standar kebutuhan air diatas maka didapatkan untuk daerah penelitian adalah 100 lt/hr/org, maka besarnya debit kotor yang dibuang dapat dihitung dengan rumus:

$$Q_{air kotor} = 0,00003 \times 0,0643$$

$$= 0,00000178 \text{ m}^3/\text{dtk}.$$

Untuk hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

Kapasitas saluran eksisting

Dengan didaptkannya dimensi saluran, jenis saluran , dan bentuk penampang saluran dari hasil survei maka dapat dihitung kapasitas saluran untuk mengetahui apakah saluran masih mampu menampung debit rencana. Perhitungan dilakukan pada 2 jenis saluran yaitu segi empat dan trapesium, berikut dibawah ini hasil analisa :

a. Perhitungan pada saluran segi empat contoh pada jl. Citarum II Ka (pada skema dilampiran 3). Berdasarkan hasil survei dilapangan didapatkan :

$$\text{Tinggi saluran (H)} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Lebar dasar saluran (B)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{kemiringan Dasar Saluran (S)} = 0,0010$$

$$\text{Tinggi jagaan (W)} = 10\% h = 10\% \times 0,6 = 0,06 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi muka air (h)} = H - W$$

$$= 0,6 - 0,06 = 0,54 \text{ m}$$

$$\text{Koefisien Kekerasan Manning (n)} = 0,013 \text{ (untuk saluran beton)}$$

$$\text{Luas penampang basah (A)} = B \times h$$

$$= 0,6 \times 0,5 = 0,162 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling basah (P)} = B + 2 \cdot h$$

$$= 0,6 + 2 \times 0,54$$

$$= 1,38 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,162}{1,38}$$

$$= 0,117$$

$$\text{Kecepatan aliran (V)} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,013} 0,117^{2/3} 0,0010^{1/2}$$

$$= 0,568 \text{ m/dtk}$$

$$\text{Debit aliran (Q)} = V \cdot A$$

$$= 0,568 \times 0,162$$

$$= 0,092 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Evaluasi terhadap saluran eksisting dengan debit rencana

Contoh perhitungan saluran pada Jl. Citarum II Kanan (pada skema) dari perhitungan debit rencana dan debit saluran pada sub bab sebelumnya didapatkan :

$$\text{Debit Rencana (Q}_r\text{)} = 0,119 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\text{Debit Saluran (Q}_p\text{)} = 0,092 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$(Q_r) < (Q_p) = \text{Mencukupi}$$

$$(Q_r) > (Q_p) = \text{Tidak Mencukupi}$$

Maka didapatkan hasil $0,119 > 0,092 =$ tidak mencukupi, dengan kata lain saluran tidak dapat menampung debit rencana yang telah dihitung.

Solusi terhadap permasalahan dimensi

Berdasarkan hasil evaluasi kapasitas saluran, diketahui bahwa salah satu penyebab terjadinya genangan air pada daerah penelitian diakibatkan

karena kapasitas saluran yang tidak mencukupi. Untuk itu dilakukan perbesaran dimensi pada ruas saluran yang tidak mencukupi untuk menampung debit rancangan. Contoh pada saluran Jl. Citarum II kanan dimensi salurannya sebelumnya berbentuk segi empat dengan lebar saluran 0,3 m dan tinggi 0,6 m akan direncanakan ulang dimensinya sesuai dengan debit rencana dapat dilihat perhitungan berikut :

$$\text{Tinggi saluran (H)} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Lebar dasar saluran (B)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan Dasar Saluran (S)} = 0,0010$$

$$\text{Tinggi jagaan (W)} = 10\% h$$

$$= 10\% \times 0,8 = 0,08 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi muka air (h)} = H - W$$

$$= 0,8 - 0,08 = 0,72 \text{ m}$$

$$\text{Koefisien Kekerasan Manning (n)} = 0,013 \text{ (untuk saluran beton)}$$

Sebagai awal perhitungan dihitung nilai A (luas penampang basah saluran) untuk saluran jenis segi empat :

$$\text{Luas penampang basah segi (A)} = B \times (h)$$

$$= 0,3 \times (0,72)$$

$$= 0,216 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling basah (P)} = B + 2 \cdot (h)$$

$$= 0,3 + 2 \times 0,72$$

$$= 1,74 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,216}{1,74}$$

$$= 0,124 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan aliran (V)} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,013} 0,124^{2/3} 0,0010^{1/2}$$

$$= 0,590 \text{ m/dtk}$$

$$\text{Debit aliran (Q)} = V \cdot A$$

$$= 0,590 \times 0,216$$

$$= 0,127 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Kapasitas Saluran yang baru dianalisa terhadap debit rencana apakah hasilnya telah sesuai dengan $(Q_r) < (Q_p)$.

Diketahui :

Debit Rencana (Q_r)= $0,119m^3/dtk$

Debit Saluran (Q_p)= $0,127 m^3/dtk$

Didapat (Q_r) < (Q_p), $0,119 < 0,127$. maka dimensi saluran yang baru dapat diterima. Untuk perhitungan semua saluran re-desain dapat dilihat pada lampiran 6.

Solusi terhadap permasalahan sampah

Permasalahan sampah terjadi karena kurangnya perhatian masyarakat terhadap kebersihan saluran, bahkan ada saluran drainase dijadikan sebagai tempat pembakaran sampah. Untuk mengatasi permasalahan ini dilakukan pembersihan saluran, pengerukan saluran dari sedimen dan dibuat peraturan yang ketat dari pemerintah mengenai larangan membuang sampah sembarangan sesuai dengan peraturan undang-undang nomer 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah.

Solusi terhadap saluran yang rusak

Dilakukan pengecekan secara rutin mengenai umur saluran yang sudah lama dan pembuatan kembali talud saluran yang rusak oleh dinas terkait agar air dapat mengalir dengan lancar dan tidak menggenang disekitar jalan dan pemukiman.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit banjir yang harus dibuang berdasarkan perhitungan debit banjir rencana adalah $0,445 m^3/dtk$ pada saluran primer Bengawan Solo.
2. Kapasitas saluran yang dibutuhkan menampung debit rencana adalah $0,119 m^3/dtk$ pada saluran Citarum II Ka dan untuk kapasitas saluran existing $0,092 m^3/dtk$ maka saluran dapat dikatakan tidak mencukupi.
3. Untuk mengatasi permasalahan saluran yang tidak dapat menampung debit rencana maka dilakukan peningkatan kapasitas pada saluran yaitu dengan melebarkan atau memperdalam dimensi saluran yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2018. *Peraturan menteri pekerjaan umum republik indonesia nomor 12/PRT/M/2014* . Jakarta
- Anonim, 2018. *Data kependudukan*. Nganjuk : Kabupaten Nganjuk dalam angka 2018
- Anonim, 2018. *Data skema jaringan drainase eksisting 2018*. Nganjuk : Dinas pekerjaan umum Nganjuk

Anonim, 2018. *Peta penggunaan lahan*. Nganjuk : Dinas pekerjaan umum Nganjuk

Anonim, 2018. *Data curah hujan 2007-2017*. Nganjuk : Dinas pengairan Nganjuk

Azis, S.2016. *Enviromental Drainage System In The Sukun District*. Malang: International Journal Of innovations In Engineering And Technology (IJCIET), 7(4),384-390

Chow,ven. Te. 1977. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta: Erlangga.

Corenlius P. 2007. *Rehabilitasi dan Peningkatan Sistem Jaringan Drainase Kota Waingapu Kabupaten Sumba Timur Nusa Tenggara Timur*. Malang : Instut Teknologi Nasional Malang.

Hasmar, H. 2012. *Drainase Terapan*. Yogyakarta : UII Press

Mega K, 2007 *Kajian Sistem Drainase Guna Menanggulangi Genangan Air Hujan Kecamatan Kalidawir Kabupaten Tulungagung*. Malang : Instut Teknologi Nasional Malang.

Soemarto, CD., Ir., B.I.E., Dipil. H. 1999. *Hidrologi Teknik*. Edisi Ke-2 (dengan perbaikan). Jakarta : Erlangga.

Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Ide Dharma.

Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Semarang : Andi Offsset