

EVALUASI DIMENSI SALURAN DRAINASE KOTA GORONTALO

Disusun Oleh :

Rahmawaty Ntau
Koordinator Tugas Besar dan Praktikum
Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo
INDONESIA
amhe.ntau@yahoo.com

ABSTRAK

Kondisi alam Kota Gorontalo yang disertai dengan perubahan peruntukan lahan menyebabkan daerah resapan menjadi lebih sedikit. Masalah drainase Kota Gorontalo merupakan hal yang menjadi prioritas pemerintah Kota Gorontalo karena sering terjadinya banjir di musim penghujan, yang sangat mengganggu kehidupan masyarakat dan menghambat transportasi, serta menimbulkan kerugian harta benda yang cukup besar nilainya. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi dimensi saluran drainase untuk mengetahui kapasitas saluran drainase yang memadai.

Penelitian dilakukan di wilayah Kota Timur Kota Gorontalo yang tepatnya pada Kel. Heledulaa Utara, heledulaa Selatan dan Moodu, dengan mengumpulkan data dari instansi terkait yaitu berupa data curah hujan dan data jaringan drainase Kota Gorontalo. Analisis curah hujan cenderung mengikuti distribusi Log Pearson III, dari analisis curah hujan rencana diperoleh curah hujan rencana dengan kala ulang 5 tahun sebesar 260,20 mm dan selanjutnya digunakan untuk mengetahui besarnya debit banjir.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh debit yang ada pada tiap ruas saluran dari hasil perhitungan ternyata cukup besar yaitu antara 0,13811 M³/det sampai dengan 15,63191 m³/det. Dimensi hasil perhitungan memberikan nilai untuk lebar dasar saluran (b) antara 0,28 m – 3,03 m dan kedalaman saluran (h) antara 0,23 m – 2,45 m.

Kata kunci : curah hujan, drainase, dimensi

PENDAHULUAN

Secara geografis, Kota Gorontalo terletak antara 00° 28' 17" – 00° 35' 56" LU dan 122° 59' 44" – 123° 05' 59" BT. Kota Gorontalo merupakan dataran rendah dengan ketinggian 0–500 m di atas permukaan laut dengan curah hujan rata-rata 129 mm per bulan dan suhu rata-rata 26,5 °C. Kota Gorontalo menempati satu lembang yang sangat luas yang membentang hingga di wilayah Kabupaten Bone Bolango dan Kabupaten Gorontalo.

Masalah drainase di Kota Gorontalo telah menjadi hal penting dengan sering terjadinya

banjir di musim penghujan, yang sangat mengganggu kehidupan masyarakat, dan menghambat transportasi, serta menimbulkan kerugian harta benda yang cukup besar nilainya.

Di dalam merencanakan pembuangan air hujan, yang perlu diketahui adalah banyaknya air hujan yang jatuh atau debit curah hujan, dan air hujan yang mengalir ke saluran-saluran pembuang atau debit pengaliran air hujan. Pembuangan air atau drainase merupakan usaha preventif (pencegahan) untuk mencegah terjadinya

banjir atau genangan air serta timbulnya penyakit. Prinsip dasar pembuangan air (drainase) adalah bahwa air harus secepat mungkin dibuang dan secara terus menerus (continue), serta dilakukan seekonomis mungkin.

Mengingat Kota Gorontalo merupakan Ibu Kota Provinsi Gorontalo sehingga pertumbuhan permukiman menjadi faktor alih fungsi lahan dari kawasan resapan menjadi daerah permukiman sehingga memperbesar aliran permukaan. Untuk itu dipandang perlu melakukan evaluasi dimensi saluran drainase untuk mengetahui daya tampung atau kapasitas saluran drainase yang memadai.

Dengan semakin kompleksnya permasalahan drainase di Kota Gorontalo,

maka di dalam perencanaan, pembangunan dan pengelolaan bangunan air untuk drainase perkotaan, keberhasilannya tergantung pada kemampuan masing-masing perencana dan masyarakat. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Kota Gorontalo”.

PEMBAHASAN

Hujan Rerata Daerah Aliran

Perhitungan hujan rata-rata daerah aliran menggunakan cara rata-rata aljabar. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Hujan rata-rata dari 2 stasiun :
Stasiun Bolango Boidu dan stasiun Bone Alale.
Sumber : Balai Wilayah Sungai XI, Sulawesi

Tahun	Curah Hujan Stasiun Boidu (mm)	Curah Hujan Stasiun Alale (mm)	Curah Hujan Rata-rata (mm)
2001	132	126	129
2002	87	120	104
2003	116	142	129
2004	85	133	109
2005	97	134	116
2006	114	912	513
2007	150	638	394
2008	157	323	240
2009	148	107	128
2010	162	227	195

Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Hasil pengujian data hujan 2 stasiun yang di uji dengan menggunakan metode RAPS dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2 Uji Konsistensi data curah hujan harian maksimum dari 2 stasiun :
 Stasiun Bolango Boidu dan Bone Alale
 Sumber : Balai Wilayah Sungai XI, Sulawesi

No.	Tahun	Xi (mm)	sk*	sk*	Dy2	sk**	(sk**)
(1)	(2)	(3)	(4)=(3)- \bar{x}	(5)=(4)	(6)=(5) ² /10	(7)=(4)/dy	(8)=(7)
1	2001	129	-76,7	76,7	588,289	-0,577	0,577
2	2002	104	-101,7	101,7	1034,29	-0,765	0,765
3	2003	129	-76,7	76,7	588,289	-0,577	0,577
4	2004	109	-96,7	96,7	935,089	-0,727	0,727
5	2005	116	-89,7	89,7	804,609	-0,675	0,675
6	2006	513	307,3	307,3	9443,33	2,312	2,312
7	2007	394	188,3	188,3	3545,69	1,416	1,416
8	2008	240	34,3	34,3	117,649	0,258	0,258
9	2009	128	-77,7	77,7	603,729	-0,584	0,584
10	2010	195	-10,7	10,7	11,449	-0,080	0,080
Rerata		205,7					
Jumlah					17672,4		

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n}$$

$$= \frac{22,4231}{10} = 2,24231$$

Analisis Frekuensi

1. Menghitung Parameter Statistik

Perhitungan standar deviasi dan koefisien skewness :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} [\sum_{i=1}^n X_i]$$

$$= 205,7$$

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

$$= \sqrt{\frac{176724,1}{10-1}}$$

$$= 140,13$$

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{10 \times (31.685.640,96)}$$

$$= \frac{9 \times 8 \times 140,13}{31405,01}$$

2. Distribusi Peluang Kontinyu

a. Distribusi Normal

$$X_{TR} = 205,7 + 140,13 \times 0,84$$

$$= 323,41 \text{ mm}$$

b. Distribusi Log Normal

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode log normal

$$S \text{ Log} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,5421}{10-1}}$$

$$= 0,2454$$

$$\text{Log } X_{TR} = \overline{\text{Log } X} + S_{\text{Log}} \cdot K$$

$$\text{Log } X_5 = 2,24231 + 0,2454 \cdot 0,8$$

$$= 2,44845$$

$$X_5 = 280,834 \text{ mm}$$

c. Distribusi Gumbel

$$X_{TR} = \bar{X} + K_{TR} \times S = 205,7$$

$$+ (1,0579 \times 0,2454) = 205,95961 \text{ mm}$$

d. Distribusi Log Pearson III

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} = 2,24231$$

$$S \text{ Log} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,5421}{10-1}} = 0,2454$$

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ Log } X)^3}$$

$$= \frac{10 \times 0,1499}{9 \times 8 \times 0,2454^3} = 1,4088$$

$$\text{Log } X_{TR} = \overline{\text{Log } X} + S_{\text{Log}} \cdot K$$

$$\text{Log } X_5 = 2,24231 + 0,2454 \cdot 0,8379$$

$$= 2,44793$$

$$X_5 = 280,498 \text{ mm}$$

3. Pemilihan Peluang Distribusi

Hasil perhitungan analitis dan grafis dengan selisih terkecil merupakan peluang distribusi yang digunakan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Perhitungan analitis dan grafis
 Sumber : Analisis

No.	Tipe Distribusi	Tinggi Curah Hujan Rencana				Selisih Cara Analitis dan Grafis
		Analitis		Grafis		
		Log X	X	Log X	X	
1	Normal		323,41		250,00	73,41%
2	Log Normal	2,44845	280,834	2,32	208,93	71,904%
3	Gumbel		205,959		152,00	53,959%
4	Log Pearson III	2,44793	280,498	2,50	316,23	35,732%

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh bahwa selisih terkecil antara hasil cara analitis dan grafis adalah pada distribusi Log Pearson III yaitu 35,732%. Untuk

perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu dapat dilihat pada Tabel. berikut ini :

Tabel 4. Curah hujan rencana untuk berbagai kala ulang
 Sumber : Analisis

Tr (Tahun)	Pt (%)	K	Sd	k.Sd	Log X _T	X _T
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)x(4)	(6)= $\overline{\text{Log X}} + (5)$	(7)
2	50	-0,225	0,2454	-0,0552	2,18711	153,8544
5	20	0,705	0,2454	0,1730	2,41531	260,2016
10	10	1,337	0,2454	0,3281	2,57041	371,8861
25	4	2,128	0,2454	0,5222	2,76451	581,4468
50	2	2,706	0,2454	0,6641	2,90641	806,1391
100	1	3,271	0,2454	0,8027	3,04501	1109,2004

Uji Distribusi Probabilitas

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* sering disebut juga uji kecocokan non parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Hasil perhitungan uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 5. Uji Smirnov-Kolmogorov 2 stasiun : Bolango Boidu dan Bone Alale
 Sumber : Analisis

X	M	P	P(x<)	f(t)	P'(x)	P'(x<)	D
(1)	(2)	(3)=(2)/n+1	(4)=1-(3)	(5)	(6)	(7)=1-(6)	(8)=(7)-(3)
104	1	0,091	0,909	-0,726	0,767	0,233	0,142
109	2	0,182	0,818	-0,69	0,755	0,245	0,063
116	3	0,273	0,727	-0,64	0,739	0,261	-0,012
128	4	0,364	0,636	-0,554	0,709	0,291	-0,073
129	5	0,455	0,545	-0,547	0,705	0,295	-0,16
129	6	0,545	0,455	-0,547	0,705	0,295	-0,25
195	7	0,636	0,364	-0,076	0,528	0,472	-0,164
240	8	0,727	0,273	0,245	0,405	0,595	-0,132
394	9	0,818	0,182	1,344	0,09	0,91	0,092
513	10	0,909	0,091	2,193	0,014	0,986	0,077

$$\bar{X} = 205,7$$

$$S = 40,13$$

$$f(t) = \frac{x - \bar{X}}{s}$$

$$P'(x) = 1 - \text{luas wilayah dibawah kurva normal.}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh $D_{\max} = 0,142$. Data pada peringkat ke $m = 1$. Nilai kritis D_0 dari Tabel nilai kritis D_0 untuk uji Smirnov Kolmogorov (Tabel 2.3), untuk derajat kepercayaan 5% adalah 0,410. Agar distribusi dapat diterima nilai D_{\max} harus lebih kecil dari nilai D_0 . Untuk 2 stasiun Bolango Boidu dan Alale D_{\max} yang diperoleh lebih kecil dari nilai D_0 pada Tabel 2.3 yaitu $0,142 < 0,410$. Sehingga distribusi untuk 2 stasiun dapat diterima untuk menghitung besarnya debit banjir.

2. Uji Chi-Kuadrat

Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10, α = 5% dan $Dk = 2$ adalah 5,9910. Derajat kebebasan 5% diperoleh $X^2_{cr} = 5,9910$. Jadi distribusi probabilitas dapat diterima dengan syarat $X^2 < X^2_{cr}$ yaitu $5,0 < 5,9910$.

Intensitas Hujan Rencana

Untuk menghitung Intensitas Hujan digunakan Rumus Manonobe yaitu sebagai berikut :

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

Contoh Perhitungan Saluran **150-151**

Panjang saluran (L) = 630,75m

Koefisien Strickler untuk pasangan batu (K) = 50,

Kecepatan yang di izinkan untuk pasangan batu (V) = 1,50 m/det.

Jari-jari hidrolis untuk kondisi existing

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

$$A = (bh + 0.5h^2) = (1,75 + 0,5 \cdot 1^2) = 2,25$$

$$P = b + 2h \sqrt{1 + m^2} = 1,75 + 2 \cdot 1 \sqrt{1 + 0,5^2} = 3,99$$

$$R = \frac{2,25}{3,99} = 0,56$$

Kemiringan saluran

$$(S) = \left[\frac{v^2}{K^2 \cdot R^3} \right]$$

(menggunakan rumus Strickler)

$$= \left[\frac{1,50^2}{50^2 \cdot R^3} \right]$$

$$= \left[\frac{2,25}{50^2 \cdot 0,56^3} \right]$$

$$= \frac{2,25}{1150} = 0,002$$

$$tc = 0,00013 \cdot \frac{(630,75)^{0,7}}{(0,002)^{0,385}}$$

$$tc = 0,130 \text{ menit} = 0,130/60 = 0,002 \text{ jam}$$

$$I = \frac{260 \cdot 2016}{24} \left[\frac{24}{0,002} \right]^{2/3}$$

$$I = 5395,634 \text{ mm/jam}$$

Debit Rencana

Menghitung besarnya debit rencana drainase perkotaan umumnya dilakukan dengan menggunakan metode Rasional. Hal ini karena luasan daerah aliran relatif tidak terlalu besar, kehilangan air sedikit dan waktu konsentrasi relatif pendek.

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A$$

Contoh Perhitungan Saluran **150-151**

$$Q = 0,278 \times 0,8 \times 0,001498787 \times 630,75$$

$$Q = 2,32165 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b + h = 2h \sqrt{1 + 0,5^2}$$

$$b = 2,236h - h$$

$$b = 1,24h$$

$$(bh + 0,5h^2) = 0,30793 \text{ m}^2$$

$$(1,24h^2 + 0,5h^2) = 0,30793 \text{ m}^2$$

$$h^2 = \frac{0,30793}{1,74}$$

$$h = 0,4206786$$

$$b = 1,24 \times 0,4206786 = 0,521641 \text{ m}$$

Menghitung keliling basah adalah :

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 0,521641 + 2 \cdot (0,4206786) \cdot \sqrt{1 + 0,5^2}$$

$$P = 1,7836774$$

Perencanaan Saluran

Saluran dibedakan berdasarkan kondisi saluran yang telah ada yaitu berbentuk trapezium baik terbuka maupun tertutup dengan asumsi bahwa aliran yang terjadi adalah aliran seragam dengan menggunakan rumus *Manning*.

Contoh perhitungan saluran **173-174**

Dik : $Q = 0,461893 \text{ m}^3/\text{det}$

Vijin = 1,50 m/det

(Sumber : *Kamarwan, S, 1997* :

Untuk jenis saluran pasangan batu)

$$m = 0,5$$

Direncanakan bentuk penampang ekonomis dengan :

$$A = (bh + 0,5h^2)$$

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$= \frac{0,461893}{1,50}$$

$$A = 0,30793 \text{ m}^2$$

Untuk saluran hidrolis ekonomi berpenampang trapezium maka berlaku rumus :

$$b + 2mh = 2h \sqrt{1 + m^2}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit minimum diperoleh sebesar $0,13811 \text{ m}^3/\text{det}$ pada ruas saluran 171-167 sedangkan debit maksimum diperoleh sebesar $15,63191 \text{ m}^3/\text{det}$ pada ruas saluran 155-154.
2. Dimensi untuk hasil perhitungan memberikan nilai, yaitu :
 - a. Untuk lebar dasar saluran (b) antara 0,28 m – 3,03 m
 - b. Kedalaman saluran (h) antara 0,23 m – 2,45 m
 - c. Luas penampang basah (A) antara $0,09207 \text{ m}^2$ – $10,42127 \text{ m}^2$
 - d. Keliling basah (P) antara 0,975345 m – 10,37652 m.

Dimensi hasil perhitungan pada saluran pembawa mempunyai sedikit perbedaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dengan terselesainya penulisan Artikel ini bukan sepenuhnya kemampuan penulis melainkan atas dukungan dan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak untuk itu dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kota Gorontalo dan Kepala Balai Sungai Wilayah XI Sulawesi yang telah mengizinkan penulis untuk mengambil data sekunder dalam penulisan artikel ini.
2. Ketua STITEK Bina Taruna Gorontalo Bapak Dr. H. Azis Rachman, ST, MM yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penyelesaian artikel ini.
3. Teman-teman yang mendukung dalam proses pengambilan data primer untuk penyelesaian artikel ini.

CATATAN AKHIR

Berdasarkan isi dari artikel ini maka yang perlu diperhatikan adalah :

1. Pembersihan saluran harus dilakukan untuk mencegah penumpukan sampah pada saluran agar penampang saluran tersebut dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.
2. Dimensi saluran harus dilakukan seekonomis mungkin karena walaupun dimensi diperbesar tapi tidak dilakukan sesuai dengan perencanaan yang baik maka saluran tersebut tidak akan mampu menampung kelebihan air dan Ada beberapa saluran yang kemiringan dasarnya tidak beraturan sehingga harus diperbaiki agar dapat berfungsi dengan baik.
3. Berhubung penelitian ini hanya dibatasi pada 3 Kelurahan, namun untuk menanggulangi banjir secara menyeluruh di Kota Gorontalo maka pada penelitian lebih lanjut perlu adanya penelitian sistem drainase Kota Gorontalo.

Perencanaan Bagian Saluran”, CV. Galang Persada, Bandung.

Harto, S, 2000 “*Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian*”, Nafiri Offset.

Kamarwan, S, 1997 “*Drainase Perkotaan*”, Gunadarma, Jakarta.

Kamiana, I.M , 2011 “*Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*”, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Soewarno, 1995 “*Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data jilid I*”, Nova, Bandung.

Sosrodarsono, S, 1976 “*Hidrologi Untuk Pengairan*”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Suripin, 2004 “*Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*”, Andi, Yogyakarta.

Triatmodjo, B, 1986 “*Hidraulika IP*”, Beta Offset, Yogyakarta.

Wesli, 2008 “*Drainase Perkotaan*”, Graha Ilmu, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Chow, V.T, 1985 “*Hidrolika Saluran Terbuka*”, Erlangga, Jakarta.

Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, “*Standar Perencanaan Irigasi : KP – 03 Kriteria*