

EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE PERUMAHAN FLORA SUMMARECON BANDUNG

IRFAN FAZANUGRAHA, FRANSISKA YUSTIANA

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung
Email : irfanfaz4@gmail.com

ABSTRAK

Untuk menunjang sarana tempat tinggal di kawasan Bandung Timur, Summarecon Bandung membangun kawasan residential salah satunya adalah perumahan Flora. Seiring dibangunnya kawasan pemukiman maka diperlukan pembangunan akses jalan dan drainase yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung debit rencana untuk saluran drainase perumahan Flora, pengecekan kapasitas saluran drainase eksisting pada perumahan Flora dan merencanakan kapasitas drainase yang mencukupi untuk menampung debit hujan. Pengolahan data menggunakan metode distribusi frekuensi Log Pearson tipe III, menggunakan rumus Talbot dan perhitungan debit menggunakan metode rasional. Dari hasil debit rencana untuk luas lahan perumahan Flora seluas 3,35 Ha menggunakan rumus Talbot diperoleh intensitas curah hujan sebesar 185,071 mm/menit dan diketahui debit rencana sebesar 0,63 m³/second, dan berdasarkan analisa kapasitas saluran persegi dengan dimensi lebar dan tinggi 40 cm dan 60 cm diperoleh debit saluran sebesar 0,369 m³/second yang mana lebih kecil dari debit rencana yang artinya saluran tersebut tidak cukup untuk menampung debit banjir rencana.

Kata kunci: drainase, debit, intensitas curah hujan

1. PENDAHULUAN

Kota Bandung juga dikenal sebagai Kota Kembang, merupakan salah satu kota metropolitan terbesar ketiga di Indonesia yang sekaligus menjadi ibu kota Provinsi Jawa Barat. Kota Bandung sendiri terdiri dari menjadi empat teritorial yaitu Bandung Barat, Bandung Selatan, Bandung Timur, dan Bandung Utara. Dengan jumlah penduduk pada 2020 sebanyak 2.444.160 jiwa (BPS Kota Bandung), hal ini berpengaruh terhadap kebutuhan tempat tinggal yang meningkat seperti perumahan Untuk menunjang sarana tempat tinggal di kawasan Bandung Timur, Summarecon Bandung membangun kawasan *residential* salah satunya perumahan Flora. Seiring dengan dibangunnya kawasan pemukiman, diperlukan pembangunan jalan sebagai akses pertumbuhan ekonomi untuk daerah sekitar.

Beberapa faktor yang paling penting dalam perencanaan perkerasan jalan agar pengguna jalan merasa nyaman adalah tidak terdapatnya kerusakan pada jalan dan sistem drainase yang baik sehingga tidak terjadi genangan air di jalan. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan genangan di badan jalan jika limpasan air hujan tidak dapat diterima dengan baik oleh sistem drainase yang ada. Jalan perumahan Flora juga terdapat drainase primer untuk mentransfer limpasan air hujan. Maka perlu dilakukan pengecekan kapasitas saluran drainase agar debit limpasan dari jalan mampu ditampung oleh saluran drainase tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Parameter Dasar Statistik

Pengujian parameter dasar statistik dilakukan untuk memperoleh metode distribusi frekuensi yang paling cocok dalam penelitian ini, dengan memperhitungkan :

Standar deviasi

Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka standar deviasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xr)^2}{n-1}} \quad \dots(1)$$

Keterangan :

Sd = Standar deviasi

Xr = Curah hujan rata-rata (mm)

Koefisien kemencengan

Suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n \cdot \sum(Xi - Xr)^3}{(n-1)(n-2) \cdot SD^3} \quad \dots(2)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien *skewness*

n = jumlah data

Xi = Variabel random (mm)

Xr = Rata-rata curah hujan (mm)

SD = Standar deviasi

Koefisien keruncingan

Untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal, memiliki persamaan :

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum(Xi - Xr)^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot SD^4} \quad \dots(3)$$

Keterangan :

Ck = Koefisien kurtosis

n = jumlah data

Xi = Variabel random (mm)

Xr = Rata-rata curah hujan (mm)

SD = Standar deviasi

Koefisien variasi

$$CV = \frac{SD}{Xr} \quad \dots(4)$$

Keterangan :

CV = Koefisien variasi

SD = Standar deviasi

Xr = Rata-rata curah hujan (mm)

2.2 Uji Chi-Kuadrat

Uji chi kuadrat merupakan pengujian terhadap perbedaan antara data sampel dan distribusi probabilitas. Uji chi-kuadrat dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \dots(5)$$

Keterangan :

X^2 = Nilai Chi-kuadrat

E_i = Frekuensi yang diharapkan berdasarkan pengelompokan kelasnya

O_i = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = Jumlah kelas

2.3 Uji Smirnov-Kolmogorov

Konsep dasar dari uji Smirnov-Kolmogorov adalah dengan membandingkan distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Pada uji Smirnov-Kolmogorov memperhitungkan nilai D yaitu perbedaan maksimum antara peluang dengan peluang teoritis yang terjadi.

2.4 Distribusi Frekuensi Log Pearson Tipe III

Log Pearson tipe III memiliki persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log}(X_T) = \overline{\text{Log}(x)} + KN \cdot s \quad \dots(6)$$

$$Y_T = \bar{Y} + Kt \cdot s \quad \dots(7)$$

Keterangan :

Y_T = Besarnya curah hujan yang diharapkan dengan kala ulang T -tahun

$\bar{Y}$ = Rata-rata curah hujan

KN = Faktor frekuensi dari distribusi normal untuk T -tahun

S = Standar deviasi

2.5 Intensitas Curah Hujan Metode Talbot

Intensitas curah hujan adalah besarnya jumlah hujan yang turun yang dinyatakan dalam tinggi curah hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Perhitungan intensitas curah hujan metode Talbot dapat dihitung menggunakan rumus :

$$I = \frac{a}{t+b} \quad \dots(8)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = waktu curah hujan (menit)

n = jumlah data

$$a = \frac{\Sigma(I \cdot t) \cdot \Sigma(I^2) - \Sigma(I^2 \cdot t) \cdot \Sigma(I)}{n \cdot \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \cdot \Sigma(I)}$$

$$b = \frac{\Sigma(I) \cdot \Sigma(I \cdot t) - n \cdot \Sigma(I^2 \cdot t)}{n \cdot \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \cdot \Sigma(I)}$$

Tabel 2.1 Periode Ulang Untuk Perencanaan Saluran

No.	Distribusi	PUH (Tahun)
1	Saluran Mikro Pada Daerah	
	Lahan rumah, taman, kebun, kuburan, lahan tak terbangun	2
	Kesibukan dan perkantoran	5
	Perindustrian	
	Ringan	5
	Menengah	10
	Berat	25
	Super berat/proteksi negara	50
2	Saluran Tersier	
	Resiko Kecil	2
	Resiko Besar	5
3	Saluran Sekunder	
No.	Distribusi	PUH (Tahun)
	Tanpa Resiko	2
	Resiko Kecil	5
	Resiko Besar	10
4	Saluran Primer (Induk)	
	Resiko Kecil	10
	Resiko Besar	25
	Atau :	
	Luas DAS (25-50) Ha	5
	Luas DAS (50-100) Ha	(5-10)
	Luas DAS (100-1300) Ha	(10-25)
	Luas DAS (1300-6500) Ha	(25-50)
5	Pengendali Banjir Makro	100
6	Gorong-gorong	
	Jalan Raya Biasa	10
	Jalan By Pass	25
	Jalan Ways	50
7	Saluran Tepian	
	Jalan Raya Biasa	5-10
	Jalan By Pass	10-25
	Jalan Ways	25-50

Sumber : Suripin, 2004

2.6 Perhitungan Debit

Pengukuran debit merupakan kegiatan yang penting dalam menghitung ukuran saluran drainase yang efektif agar air dapat tertampung dan mengalir dengan optimal, perhitungan menggunakan rumus :

$$Q = f.C.I.A \quad \dots(9)$$

Keterangan :

Q = debit

f = koefisien = 0,00278 bila A dalam Ha

C = koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan rata-rata
A = Luas DAS (Ha)

Tabel 1.2 Nilai Koefisien Limpasan

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Perdagangan		Jalan	
Daerah kota	0,70 – 0,95	Aspalt	0,70 – 0,95
Daerah dekat kota	0,50 – 0,70	Beton	0,80 – 0,95
Pemukiman		Batu bata	0,70 – 0,85
Rumah tinggal	0,30 – 0,50	Batu kerikil	0,15 – 0,35
terpencar	0,40 – 0,60	Jalan raya dan trotoar	0,70 – 0,85
Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Kompleks perumahan	0,25 – 0,40	Atap	0,75 – 0,95
Pemukiman(suburban)	0,50 – 0,70	Lapangan rumput,	
Apartemen		tanah berpasir	
Industri		Kemiringan 2 persen	0,05 – 0,10
Industri ringan	0,50 – 0,80	Rata-rata 2 – 7 persen	0,10 – 0,15
Industri berat	0,60 – 0,90	Curam (7 persen)	0,15 – 0,20
Taman, kuburan	0,10 – 0,25	Lapangan rumput,	0,13 – 0,17
Lapangan bermain	0,10 – 0,25	tanah keras.	0,18 – 0,22
Daerah halaman KA	0,20 – 0,40	Kemiringan 2 persen	0,25 – 0,35
Daerah tidak terawat	0,10 – 0,30	Rata-rata 2 – 7 persen	
		Curam (7 persen)	

2.7 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat (t_o) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau (t_d). Waktu konsentrasi (t_c) dihitung menggunakan rumus kirpich adalah sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad \dots(10)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi (menit)

L = Panjang saluran yang ditinjau (meter)

S = Kemiringan dasar saluran

2.8 Kecepatan Aliran

Kecepatan rata-rata air dalam saluran dihitung dengan rumus manning, rumusnya adalah sebagai berikut :

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad \dots(11)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran

N = Koefisien manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

3. METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder, dimana data primer meliputi panjang saluran, dimensi saluran eksisting, data luas perumahan dan jalan dan data kemiringan dasar saluran. Sementara untuk data sekunder meliputi data curah hujan STA Cemara. Data yang telah diperoleh kemudian dihitung untuk mendapatkan intensitas curah hujan dan debit dengan menggunakan rumus Log Pearson tipe III, rumus Talbot dan rumus debit metode rasional.

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan durasi pendek selama 17 tahun di STA Cemara untuk perumahan Flora Sumarecon Bandung. Data curah hujan durasi pendek dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Data Curah Hujan STA Cemara

No.	Tahun	5 menit	30 menit	60 menit	180 menit	360 menit	720 menit
1	2001	14,7	38,0	48,5	54,0	54,0	54,0
2	2002	13,0	36,5	46,5	62,2	72,1	73,7
3	2003	7,4	36,4	50,0	66,5	66,5	66,5
4	2004	10,0	44,2	51,2	55,8	70,0	72,6
5	2005	13,5	35,0	71,0	68,8	80,3	80,9
6	2006	13,0	40,0	45,2	75,8	89,3	94,3
7	2007	20,0	60,0	65,0	66,7	69,7	69,0
8	2008	25,4	51,8	52,0	67,8	67,8	67,8
9	2009	13,9	50,0	57,5	175,0	59,6	70,3
10	2010	25,0	52,0	61,8	84,5	87,0	93,3
11	2011	13,0	41,0	54,0	75,0	75,0	75,0
12	2012	16,0	60,0	68,1	68,1	68,1	78,9
13	2013	15,0	52,0	59,2	67,8	69,2	70,4
14	2014	16,0	58,0	73,0	108,7	112,5	113,8
15	2015	16,0	54,8	79,0	115,8	115,8	115,8
16	2016	16,0	46,0	62,0	81,8	85,3	85,3
17	2017	20,0	50,0	58,0	73,7	74,1	74,1

4.1 Uji Parameter Statistik

Dari hasil perhitungan uji statistik dapat diketahui bahwa metode distribusi frekuensi yang paling cocok adalah Log Pearson tipe III, ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.2 Hasil Uji Distribusi Statistik

Log Pearson Type III	5	Cs ≠ 0	-0,35	4,53	Diterima
	30		-0,21	2,18	
	60		0,21	2,62	
	180		1,64	6,39	
	360		0,74	4,04	
	720		0,59	3,96	

Berikut merupakan resume hasil uji kecocokan distribusi Log Pearson Type III dengan metode Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini

Tabel 4.3 hasil uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov metode distribusi Log Pearson Tipe III

Kondisi	Metode Distribusi Log Pearson Type III					
	5 menit	30 menit	60 menit	180 menit	360 menit	720 menit
Chi-Kuadrat	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Smirnov-Kolmogorof	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

Berdasarkan hasil uji pada Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa metode distribusi Log Pearson tipe III dapat digunakan pada penelitian ini.

4.2 Perhitungan Intensitas Rencana

Hujan rencana (I) dari analisis frekuensi dihitung dengan rumus yang sesuai dengan karakteristik data. Rumus dipilih menggunakan Grafik Intensitas Durasi Frekuensi (IDF), yang menampilkan hasil hitungan Talbot.

Tabel 4.4 Perhitungan intensitas hujan metode Talbot

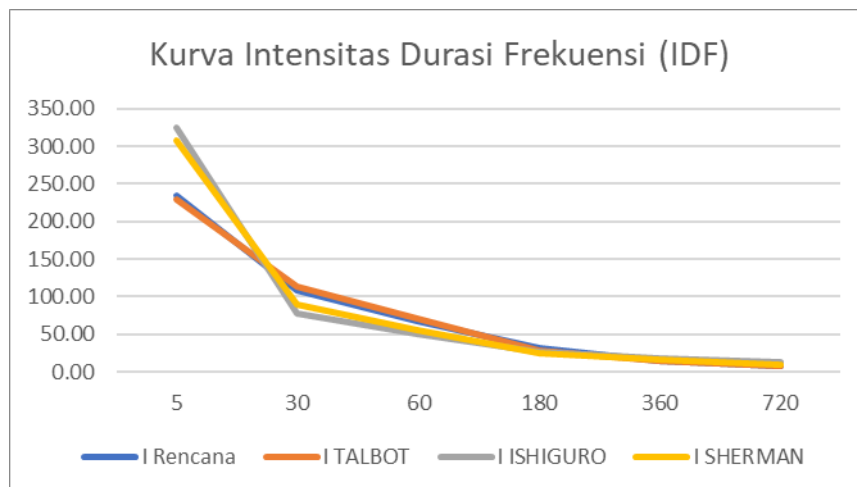
TALBOT				
t	I	IT	I ²	I ² *T
5	234,700	1173,501	55084,226	275421,129
30	109,018	3270,535	11884,885	356546,539
60	66,711	4002,657	4450,351	267021,063
180	31,119	5601,406	968,387	174309,737
360	14,803	5329,038	219,125	78885,115
720	7,625	5489,710	58,134	41856,826
Jumlah	463,975	24866,847	72665,109	1194040,409
	A	B	C	D
a	5676,700			
b	19,814			

Berikut ini merupakan hasil analisis dan perhitungan intensitas rencana menggunakan rumus Talbot, Sherman, dan Ishiguro dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Resume perhitungan intensitas Talbot, Sherman dan Ishiguro

Kala ulang 5 Tahun			
Intensitas (I)			
t	Talbot	Sherman	Ishiguro
5	228,77	308,064	324,250
30	113,96	88,880	77,342
60	71,12	54,950	50,451
180	28,41	25,643	26,993
360	14,95	15,854	18,543
720	7,67	9,801	12,853

Intensitas rencana dan intensitas hasil hitungan menurut rumus Talbot, Sherman dan Ishiguro kemudian ditampilkan secara grafis pada Gambar 1 untuk tujuan mendapatkan pola lengkung Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang cocok dengan intensitas rencana. Penampilan secara grafis sulit untuk menentukan rumus yang tepat sehingga dipilih menggunakan standar deviasi terkecil dari ketiga rumus seperti pada Tabel 4.6.



Gambar 4.1 Kurva Intensitas Durasi Frekuensi

Tabel 4. 6 Perhitungan standar deviasi antara I rencana dan I hitungan

Kala ulang 5 tahun			
t	(I talbot - I rencana) ²	(I sherman - I rencana) ²	(I Ishiguro - I rencana) ²
5	35.16	5467.12	8019.2025
30	24.42	405.53	1003.36
60	19.43	138.32	264.387
180	7.77	29.986	17.023
360	0.021	1.104	13.987
720	0.00205	4.73	27.331
Jumlah	86.803	6046.790	9345.291
Standar deviasi	4.167	34.776	43.233

4.3 Perhitungan Debit

Berikut sajian data yang telah terkumpul untuk perhitungan waktu konsentrasi (T_c):

- Luas Bangunan = 22620 m² = 2.26 Ha
- Luas Jalan = 6492,75 m² = 0.65 Ha
- Luas Taman = 4408,94 m² = 0,44 Ha
- Total Luas = 67041,44 m² = 3.35 Ha
- C Bangunan = 0,95
- C Jalan (Asphalt) = 0,85
- C Taman = 0,20
- Panjang Saluran (L) = 390 m
- Kemiringan Saluran = 0,5% = 0,005
- Koefesien Manning (n) = 0,013
- Dimensi Saluran :
 - Lebar (b) = 0,4
 - Tinggi (h) = 0,6

Saluran yang di tinjau pada penelitian ini yaitu penampang saluran persegi dengan lebar 0,4 m, dan tinggi 0,6 m. Berikut merupakan hasil perhitungan kapasitas saluran drainase dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 4.7 Perhitungan Kapasitas Drainase Eksisting

Drainase Eksisting		
B	0,4	m
H	0,6	m
A	0,24	m ²
P	1,6	m
R	0,15	m
So	0,005	
n	0,013	
V	1,536	m/detik
Qs	0,369	m ³ /detik

Debit Rencana Metode Rasional		
QR	0.63	m ³ /detik

Analisis Kapasitas Saluran	
Qs < QR	Tidak Cukup

Dari hasil tabel diatas perhitungan kapasitas saluran eksisting, dapat diketahui bahwa saluran drainase eksisting memiliki kapasitas debit saluran sebesar 0,369 m³/detik yang dimana debit saluran drainase tersebut lebih kecil dari pada debit banjir rencana sebesar 0,63 m³/detik, maka perlu dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran menjadi 0,41 m² sehingga ada dua alternatif, yaitu memperdalam saluran sehingga kedalaman saluran 1,02 m atau memperlebar saluran menjadi 0,68 m.

5. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan kapasitas drainase dapat ditarik kesimpulan bahwa

1. Setelah dilakukan uji parameter statistik, uji chi-kuadrat dan uji smirnov-kolmogorov distribusi frekuensi yang cocok digunakan dalam penelitian ini adalah Log Pearson Tipe III
2. Dari hasil perhitungan intensitas rencana cenderung mengikuti metode Talbot dengan nilai $a = 5676,7$ dan $b = 19,814$
3. Dari hasil perhitungan debit rencana metode rasional untuk luas lahan 3,35 Ha dan I sebesar 80,809 mm/menit diketahui debit rencana adalah sebesar 0,63 m³/second
4. Berdasarkan analisa kapasitas saluran drainase eksisting untuk penampang saluran persegi dengan dimensi dengan lebar dan tinggi 40 cm dan 60 cm, diperoleh debit saluran sebesar 0,369 m³/second yang mana lebih kecil dari nilai debit rencana ($Q_s < Q_R$) yang artinya saluran tersebut tidak cukup untuk dapat menampung debit banjir rencana.
5. Saluran di perumahan Flora Summarecon Bandung perlu direncanakan ulang dengan dimensi baru supaya bisa menampung debit limpasan dengan kala ulang 5 tahun dilakukan penambahan kedalaman saluran menjadi 1,02 m atau memperlebar saluran dengan lebar menjadi 0,68 m

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya. 2016. Modul Perencanaan Drainase Permukaan Jalan. Bandung : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Hilmi, M.F. 2018. Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan Mapoldasu Medan. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- Prameswari, P. 2017. Perencanaan Drainase Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya Tahap 3(STA 400 Sampai Dengan STA 11+502.94). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Purwandani, S.C. 2018. Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Sukolilo Park Regency Di Surabaya Timur. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Upomo, T.C. dan Kusumawardani, R. 2016. Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness Of Fit Test. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan. 2(18): 139-148.