

Kajian Kapasitas Dimensi Saluran Drainase pada Jalan Adipati Agung Kelurahan Baleendah, Bandung

MOCHAMAD TOFAN, FRANSISKA YUSTIANA

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional
Email: mochamadtofan66@gmail.com

ABSTRAK

Banjir pada umumnya disebabkan oleh beberapa kemungkinan yaitu peningkatan sedimentasi curah hujan, limbah dan vegetasi serta sampah di saluran tersebut. Saluran di Jalan Adipati Agung yang diukur diperiksa dengan membandingkan debit aliran permukaan dan debit aliran curah hujan menggunakan metode Rasional. Intensitas curah hujan ditentukan oleh rumus Ishiguro dan diubah menjadi kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Intensitas curah hujan maksimum ditentukan oleh analisis frekuensi dengan distribusi Gumbel dan kala ulang yang digunakan untuk saluran tersebut adalah sepuluh tahun. Dimensi eksisting saluran Adipati Agung tidak sesuai dengan debit aliran permukaan. Perhitung dimensi yang tepat dengan mengubah lebar dan kedalaman saluran persegi serta mengubah material saluran agar mendapat nilai manning yang lebih kecil. Dimensi yang tepat untuk debit aliran permukaan 28,9 m³/detik memiliki lebar 2 m, kedalaman 2,7 m dan material beton dengan nilai manning 0,013 sehingga debit tampungan saluran menjadi 29,15 m³/detik dan saluran rencana dapat diterima.

Kata kunci: intensitas, debit, mononobe, rasional, dimensi

ABSTRACT

Flood is generally caused by several possibilities, increased rainfall sedimentation, due to waste and vegetation and rubbish on the channel. Existing channel on Adipati Agung street is measured than examined by compared the surface flow discharge with rainfall discharge. Surface flow discharge is determined by Rational method. Rainfall intensity is determined by Ishiguro formula that suit with Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) curve of intensity data. Maximum rainfall intensity is determined by frequency analysis with Gumbel distribution. It is use the return period of maximum rainfall capacity is ten years. Existing dimension of Adipati Agung channel is not meet with surface flow discharge. So it is has to Calculate the proper dimension by change the width and the depth of rectangular channel and also change the channel material in order to get less value of manning. The proper dimension for surface flow discharge 28,9 m³/sec has 2 m width, 2,7 m depth. Discharge channel Capacity is 29,15 m³/s.

Keywords: intensity, discharge, mononobe, rasional, dimension

1. PENDAHULUAN

Banjir yang setiap tahunnya bahkan frekuensinya cenderung semakin meningkat, baik kedalaman, luas area, maupun durasi waktunya. Perekonomian di daerah tersebut mengalami kendala akibat permasalahan dari banjir karena mobilitas di daerah tersebut menjadi terhambat. Kawasan Bandung yang sering mengalami permasalahan banjir meliputi daerah Dayeuh Kolot, Pagarsih, Bojongsong dan Baleendah. Daerah yang sering mengalami banjir dan genangan yang mengakibatkan kemacetan di daerah Baleendah yaitu di Jalan Adipati Agung. Penyebab-penyebab yang berpotensi mengakibatkan banjir pada Jalan Adipati Agung akan dikaji dan diidentifikasi, Tinjauan dilakukan terkait penyebab permasalahan meluapnya saluran tersebut, apakah kapasitas saluran drainase eksisting yang cenderung sudah tidak dapat menampung debit air, ataukah kapasitas saluran drainase eksisting masih dapat menampung debit air tetapi tidak berfungsi secara optimal karena terjadi beberapa faktor lain yaitu kapasitas saluran berkurang akibat sedimentasi, debit limpasan permukaan meningkat karena banyak lahan yang kedap air, aliran air didalam saluran terhambat karena banyaknya sampah, adanya vegetasi pada badan saluran. Tinjauan dilakukan terkait penyebab permasalahan meluapnya saluran tersebut, apakah kapasitas saluran drainase eksisting yang cenderung sudah tidak dapat menampung debit air, ataukah kapasitas saluran drainase eksisting masih dapat menampung debit air tetapi tidak berfungsi secara optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji apakah saluran drainase di Jalan Adipati Agung masih mampu menampung debit curah hujan yang ada atau tidak serta merencanakan kembali dimensi saluran drainase apabila saluran eksisting tidak dapat menampung debit curah hujan yang ada.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diambil dari pos penakar curah hujan terdekat dengan lokasi penelitian selama 10 tahun terakhir, yaitu dari tahun 1996-2005 dengan data curah hujan harian. Data curah hujan harian dikonversi menjadi data curah hujan jangka pendek misal 5 menit, 30 menit, 60 menit, dan jam-jaman dengan rumus Mononobe dapat dilihat pada **Persamaan 1** (Yustiana, 2008).

$$I = \frac{R_{24}}{24} * \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad \dots(1)$$

dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam),

t = lamanya hujan (jam),

R_{24} = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam).

2.2 Penentuan Pola Distribusi

Perhitungan statistik terdapat beberapa jenis distribusi diantaranya Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson III. Berikut adalah syarat-syarat distribusi analisa frekuensi curah hujan pada **Tabel 1** dengan menggunakan **Persamaan 2** dan **Persamaan 3** (Yustiana, 2008).

$$C_k = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^4}{s^4} \quad \dots(2)$$

$$C_S = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)S^3} \quad \dots(3)$$

Tabel 1. Syarat-syarat Distribusi Analisis Frekuensi

Jenis Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi
Distribusi Normal	$C_S = 0$ dan $C_k = 3$
Distribusi Log Normal	$C_S > 0$ dan $C_k > 3$
Distribusi Gumbel	$C_S < 1,139$ dan $C_k < 5,402$
Distribusi Log Person III	C_S antara 0 - 0,9

(Sumber: Feriyanto, 2016)

dengan:

- N = jumlah tahun,
- C_k = koefisien kurtosis,
- C_S = koefisien skewness.

2.3 Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Parameter data hasil uji beberapa metode analisa frekuensi yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, perlu diuji. Cara yang akan digunakan untuk pengujian distribusi frekuensi sampel, yaitu metode Uji Chi-Square. Rumus yang digunakan seperti pada **Persamaan 4** (Yustiana, 2008).

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(E_f - O_f)^2}{E_f} \quad \dots(4)$$

dengan:

- n = jumlah kelas interval ($n > 5$),
- O_f = jumlah data hasil pengamatan,
- E_f = jumlah nilai teoritis,
- X_c^2 = parameter chi-kuadrat yang diperkirakan.

2.4 Analisis Frekuensi

Perencanaan saluran drainase diperlukan untuk memprediksi debit rencana maksimum, dengan tujuan agar bangunan drainase yang direncanakan bisa menampung debit air pada saat terjadi debit maksimum, untuk itu diperlukan adanya analisis curah hujan atau debit dengan kala ulang tertentu, berdasarkan penentuan pola distribusi yang terpilih yaitu Distribusi Gumbel. Metode yang digunakan adalah analisis frekuensi pada **Persamaan 5**, Distribusi Gumbel pada **Persamaan 6** dan mencari nilai rata-rata pada **Persamaan 7** dengan simpangan baku pada **Persamaan 8** (Yustiana, 2008).

$$X_t = \bar{X} + K * S \quad \dots(5)$$

$$K_G = -(0,45 + 0,7797) \ln \left\{ -\ln \frac{1}{T} \right\} \quad \dots(6)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad \dots(7)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad \dots(8)$$

dengan:

- N = jumlah tahun,
- \bar{X} = rata-rata,
- S = simpangan baku.

2.5 Analisis Intensitas –Durasi Frekuensi (IDF)

Hasil curah hujan rencana dengan kala ulang tertentu menggunakan distribusi terpilih maka selanjutnya dapat dilakukan analisis IDF dengan menggunakan persamaan Talbot pada **Persamaan 9, Persamaan 10, Persamaan 11**, persamaan sherman pada **Persamaan 12, Persamaan 13, Persamaan 14** serta persamaan ishiguro pada **Persamaan 15, Persamaan 16, Persamaan 17** (Yustiana, 2008).

$$I_{Talbot} = \frac{a}{t+b} \quad \dots(9)$$

$$a = \frac{\sum(I*t)*\sum(I^2)-\sum((I^2*t))*\sum(I)}{N*\sum(I^2)-\sum(I)*\sum(I)} \quad \dots(10)$$

$$b = \frac{\sum(I)*\sum(I*t)-N*\sum((I^2*t))}{N*\sum(I^2)-\sum(I)*\sum(I)} \quad \dots(11)$$

$$I_{Sherman} = \frac{a}{t^n} \quad \dots(12)$$

$$a = \left[\frac{\sum(\log I)*\sum(\log t)^2-\sum(\log t*\log I)*\sum(\log t)}{N*\sum(\log t)^2-\sum(\log t)*\sum(\log t)} \right]^{10} \quad \dots(13)$$

$$n = \frac{\sum(\log I)*\sum(\log t)^2-N*\sum(\log t*\log I)}{N*\sum(\log t)^2-\sum(\log t)*\sum(\log t)} \quad \dots(14)$$

$$I_{Ishiguro} = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \quad \dots(15)$$

$$a = \frac{\sum(I*\sqrt{t})*\sum(I^2)-\sum((I^2*\sqrt{t}))*\sum(I)}{N*\sum(I^2)-\sum(I)*\sum(I)} \quad \dots(16)$$

$$b = \frac{\sum(I)*\sum(I*\sqrt{t})-N*\sum((I^2*\sqrt{t}))}{N*\sum(I^2)-\sum(I)*\sum(I)} \quad \dots(17)$$

dengan:

- I = intensitas hujan (mm/jam),
- t = lamanya hujan (jam),
- N = banyaknya data,
- a, b, n = konstanta intensitas hujan.

2.6 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik control yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus yang di kembangkan oleh FAA (Federal Aviation Administration) karena memperhitungkan koefisien limpasan. Persamaan yang digunakan seperti pada **Persamaan 18, Persamaan 19, Persamaan 20**, dan **Persamaan 21** (Yustiana, 2008).

$$C_{komposit} = \frac{(A_1 * C_1) + (A_2 * C_2)}{A_{total}} \quad \dots(18)$$

$$t_c = t_o + t_d \quad \dots(19)$$

$$t_o = \frac{0,552*(1,8(1,1-c)*L^{0,5}}{S^{\frac{1}{3}}} \quad \dots(20)$$

$$t_d = \frac{L}{V*60} \quad \dots(21)$$

dengan:

- A_1 = luas daerah pengaliran,
- A_2 = luas Jalan,
- C_1, C_2 = koefisien pengaliran,
- A_{total} = luas total,
- t_c = waktu konsentrasi (jam),
- t_o = waktu konsentrasi awal,
- t_d = waktu untuk menempuh saluran terpanjang.

2.7 Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Rumus yang digunakan seperti pada **Persamaan 22** (Yustiana, 2008).

$$Q_r = F * C * I * A \quad \dots(22)$$

dengan:

- Q_r = debit (m³/detik),
- F = konstanta (0,00278), digunakan jika satuan luas daerah menggunakan ha,
- C = koefisien pengaliran,
- I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),
- A = luas daerah aliran (km²).

2.8 Debit Saluran

Debit saluran yaitu gambaran kapasitas tampungan saluran drainase yang harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran sama atau lebih besar dari debit rencana. Hubungan ini ditunjukkan dengan **Persamaan 23** (Yustiana, 2008).

$$Q_e \geq Q_r \quad \dots(23)$$

Debit suatu penampang saluran dapat diperoleh dengan menggunakan **Persamaan 24** (Yustiana, 2008).

$$Q_e = v * A \quad \dots(24)$$

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan Rumus Manning. Rumus yang digunakan seperti pada **Persamaan 25** menggunakan **Tabel 2** (Yustiana, 2008).

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S_1^{\frac{1}{2}} \quad \dots(25)$$

dengan:

- v = kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det),
- n = koefisien kekasaran Manning,
- R = jari-jari hidrolis (m),
- S_1 = kemiringan saluran,
- Q_e, Q_r = debit aliran dalam saluran (m³/detik),
- A = penampang basah saluran.

Tabel 2. Nilai Koefisien Manning

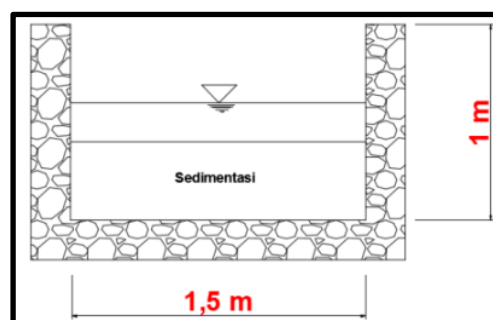
No	Bahan	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang dilapis	0,014
2	Kaca	0,01
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapis mortar	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,03
8	Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,04
9	Saluran pada galian batu padas	0,04

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Drainase Perkotaan, 2014)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan pada pada tugas akhir ini berupa dua data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil survey lapangan, data yang didapat yaitu pengukuran dimensi saluran di lokasi yang diteliti didapat lebar 1,5 m dan tinggi 1 m pada **Gambar 1**, tinggi aliran air normal 0,60 m dengan sedimentasi sebesar 0,40 m mengetahui tinggi sedimentasi dengan cara menancapkan kayu pada saluran yang ditinjau dan dilihat seberapa dalam kayu tersebut menancap. Pengukuran kecepatan aliran dengan alat current meter dilakukan ditiga titik lebar saluran dengan jarak 0,375 m arah horizontal dan pengukuran arah vertikal pada 0,2H, 0,6H, 0,8H dengan menghitung jumlah putaran current meter selama 20 detik pada setiap posisi titik-titik pengukuran, hasil pada **Tabel 3**. Selain itu, dilakukan pengamatan untuk mendapatkan data tataguna lahan yang akan digunakan untuk menentukan koefisien pengaliran yang akan digunakan pada perhitungan sedangkan data sekunder berupa luas Kecamatan Baleendah, kepadatan penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung dan data curah hujan dari tahun 1996-2005 diperoleh dari National Oceanic and Atmospheric Administration.



Gambar 1. Saluran drainase eksisting

Data kecepatan aliran saluran drainase hasil survey di Jalan adipati Agung pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Data Kecepatan Aliran Saluran Eksisting saat Hujan

Hasil Survey Kecepatan Menggunakan Current Meter			
Kedalaman Air $H = 45 \text{ cm}$	Pengukuran Titik I (m/s)	Pengukuran Titik II (m/s)	Pengukuran Titik III (m/s)
0,2H	0,7	0,7	0,7
0,6H	0,7	0,7	0,7
0,8H	0,6	0,6	0,6

3.2 Proses Perancangan Saluran Drainase

Penelitian ini mempunyai tahap-tahap yaitu data curah hujan maksimum harian diubah menjadi data curah hujan jangka pendek permenit menggunakan rumus Mononobe lalu menghitung parameter statistik untuk menentukan pola distribusi dan uji Chi-Kuadrat, dari distribusi yang terpilih Distribusi Gumbel dilakukan perhitungan dengan kala ulang 10 tahun dengan intensitas hujan menggunakan rumus terpilih yaitu Ishiguro selanjutnya melakukan perhitungan waktu konsentrasi dengan rumus Federal Aviation Administration (FAA) karena memperhitungkan koefisien limpasan. Debit rencana dihitung menggunakan metode Rasional dari debit rencana yang didapat dibandingkan dengan debit eksisting apabila debit eksisting lebih kecil dibanding debit rencana maka dilakukan perhitungan dimensi saluran rencana.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Curah Hujan

Berdasarkan **Tabel 4**, **Tabel 5**, **Tabel 6** data curah hujan maksimal harian yang tercatat kemudian dirubah menjadi data curah hujan permenit dengan menggunakan rumus Mononobe yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 4. Data Curah Hujan Harian Januari - Juli

Tahun	Curah Hujan Maksimal Harian Tiap Bulan (CHH Max) (mm)						
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
1996	7,112	8,89	23,876	39,878	8,128	3,048	24,892
1997	1,524	8,89	21,082	23,876	18,034	2,032	0
1998	0	53,086	59,944	53,086	41,91	38,1	8,89
1999	0	0	0	2,032	0	0	0
2000	39,878	14,732	7,112	90,932	25,908	16,002	6,096
2001	50,038	13,97	22,098	23,876	3,048	2,032	0
2002	0,762	0,762	14,986	17,018	8,89	0	0
2003	0	0	4,318	8,636	0	0	0
2004	0	0	34,036	22,098	1,524	0	0
2005	83,058	40,894	0	0	0	14,986	33,528

Tabel 5. Data Curah Hujan Harian Agustus - Desember

Tahun	Curah Hujan Maksimal Harian Tiap Bulan (CHH Max)				
	(mm)				
	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1996	7,112	8,89	23,876	39,878	8,128
1997	1,524	8,89	21,082	23,876	18,034
1998	0	53,086	59,944	53,086	41,91
1999	0	0	0	2,032	0
2000	39,878	14,732	7,112	90,932	25,908
2001	50,038	13,97	22,098	23,876	3,048
2002	0,762	0,762	14,986	17,018	8,89
2003	0	0	4,318	8,636	0
2004	0	0	34,036	22,098	1,524
2005	83,058	40,894	0	0	0

Tabel 6. Data Curah Hujan Harian Maximal

Tahun	CHH max
1996	121,92
1997	25,908
1998	59,944
1999	103,886
2000	90,932
2001	50,038
2002	24,638
2003	22,098
2004	34,036
2005	83,058

(Sumber: NOAA, 2017)

Tabel 7. Data Curah Hujan Per menit

No	Tahun	Tinggi Curah Hujan (mm)					
		5 menit	30 menit	60 menit	180 menit	360 menit	720 menit
1	1996	221,5	67,1	42,3	20,3	12,8	8,1
2	1997	47,1	14,3	9,0	4,3	2,7	1,7
3	1998	108,9	33,0	20,8	10,0	6,3	4,0
4	1999	188,8	57,2	36,0	17,3	10,9	6,9
5	2000	165,2	50,0	31,5	15,2	9,5	6,0
6	2001	90,9	27,5	17,3	8,3	5,3	3,3
7	2002	44,8	13,6	8,5	4,1	2,6	1,6
8	2003	40,2	12,2	7,7	3,7	2,3	1,5
9	2004	61,8	18,7	11,8	5,7	3,6	2,3
10	2005	150,9	45,7	28,8	13,8	8,7	5,5

4.2 Analisa Frekuensi Data Curah Hujan

Metode statistik yang biasa digunakan untuk menganalisa frekuensi suatu data adalah Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson III. Parameter yang digunakan dalam analisis ini meliputi rata-rata, Standar Deviasi, Koefisien Skewness, Koefisien Variasi dan nilai tengah, yang menentukan distribusi mana yang dipakai. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Karakteristik Distribusi Frekuensi

No	Tahun	Tinggi Curah Hujan (mm)					
		5 menit	30 menit	60 menit	180 menit	360 menit	720 menit
1	1996	221,5	67,1	42,3	20,3	12,8	8,1
2	1997	47,1	14,3	9,0	4,3	2,7	1,7
3	1998	108,9	33,0	20,8	10,0	6,3	4,0
4	1999	188,8	57,2	36,0	17,3	10,9	6,9
5	2000	165,2	50,0	31,5	15,2	9,5	6,0
6	2001	90,9	27,5	17,3	8,3	5,3	3,3
7	2002	44,8	13,6	8,5	4,1	2,6	1,6
8	2003	40,2	12,2	7,7	3,7	2,3	1,5
9	2004	61,8	18,7	11,8	5,7	3,6	2,3
10	2005	150,9	45,7	28,8	13,8	8,7	5,5
jumlah		1120,18	339,25	213,71	102,74	64,72	40,77
Rata-rata		112,02	33,92	21,37	10,27	6,47	4,08
S		65,92	19,96	12,58	6,05	3,81	2,40
C _k		1,379	1,379	1,379	1,379	1,379	1,379
C _s		-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088
C _v		0,588	0,588	0,588	0,588	0,588	0,588

4.3 Penentuan Pola Distribusi

Tabel 9. Tabel Karakteristik Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi	Hasil Hitungan	Keterangan
Distribusi Gumbel	$C_s < 1,139$ dan $C_k < 5,402$	$C_s = -0,088$ dan $C_k = 1,380$	memenuhi

Tabel 10. Perhitungan Uji Chi-Kuadrat

Kelas	$P(X \geq X_m)$	E _f	O _f	E _f - O _f	$\frac{(E_f - O_f)^2}{E_f}$
4	7,07 < X < 30,05	2,3	3	-1	0
	30,05 < X < 60,10	2,3	3	-1	0
	60,10 < X < 90,15	2,3	1	1	1
	90,15 < X < 120,20	2,3	3	-1	0
				10	Chi-Kuadrat = 1,357
					DK = 2
					Chi-Kritik = 5,991

Berdasarkan hasil perhitungan pada **Tabel 8** di dapat hasil C_s sebesar -0,088 dan C_k sebesar 1,380, maka dengan syarat distribusi pada **Tabel 9** yang memenuhi syarat yaitu Distribusi Gumbel serta setelah dilakukan pengujian kecocokan sebaran untuk menguji apakah sebaran Distribusi Gumbel yang terpilih cocok atau tidak dengan menggunakan rumus uji Chi-Kuadrat didapat hasil perhitungan pada **Tabel 10**, nilai Chi-Kuadrat sebesar 1,357 yang kurang dari nilai Chi-Kritik yang besarnya adalah 5,991, maka pengujian kecocokan penyebaran Distribusi Gumbel dapat diterima.

4.4 Analisis Frekuensi

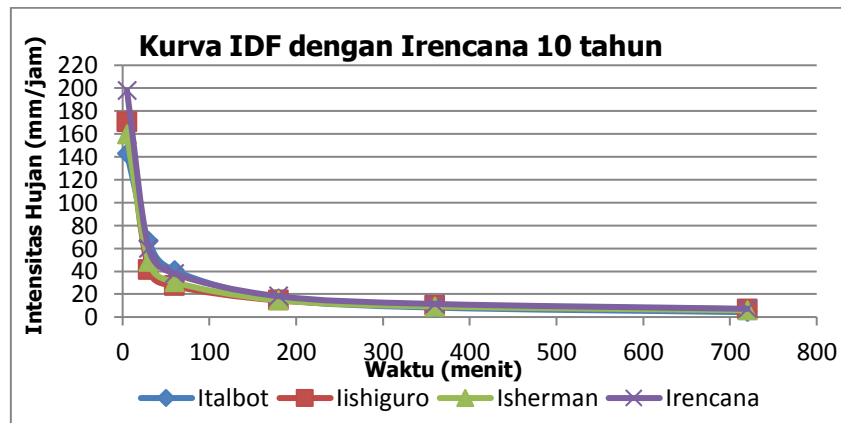
Debit banjir rencana yang ditentukan akan terjadi di Jalan Adipati Agung Kelurahan Baleendah, terlebih dahulu dicari curah harian maksimum. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan maksimum ini adalah metode Gumbel dengan kala ulang 10 tahun pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Kala Ulang 10 Tahun

Gumbel					
No	t (menit)	\bar{X}	S	K_G	$I_{rencana}$
1	5	112,02	65,92	1,30	198,02
2	30	33,92	19,96	1,30	59,97
3	60	21,37	12,58	1,30	37,78
4	180	10,27	6,05	1,30	18,16
5	360	6,47	3,81	1,30	11,44
6	720	4,08	2,40	1,30	7,21

4.6 Analisis Intensitas-Durasi Frekuensi (IDF)

Intensitas rencana dan intensitas hasil hitungan menurut rumus Talbot, Sherman dan Ishiguro kemudian ditampilkan secara grafis pada **Gambar 2** untuk tujuan mendapatkan pola lengkung Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang cocok dengan intensitas rencana. Penampilan secara grafis sulit untuk menentukan rumus yang tepat sehingga dihitung standar deviasi dari ketiga rumus seperti pada **Tabel 12**.



Gambar 2. Kurva Analisis Intensitas-Durasi Frekuensi (IDF)

Tabel 12. Perhitungan Deviasi antara $I_{rencana}$ dengan $I_{hitungan}$

$I_{rencana}$ (mm/jam)	I_{talbot} (mm/jam)	$I_{sherman}$ (mm/jam)	$I_{ishiguro}$ (mm/jam)	Deviasi		
				$I_{rencana} - I_{talbot}$	$I_{rencana} - I_{ishiguro}$	$I_{rencana} - I_{sherman}$
198,017	142,629	159,447	170,520	3.067,900	756,070	1.487,647
59,970	66,554	48,289	41,386	43,351	345,383	136,447
37,779	40,581	30,420	27,048	7,851	115,155	54,149
18,162	15,845	14,625	14,496	5,368	13,442	12,515
11,441	8,277	9,213	9,964	10,011	2,182	4,967
7,208	4,233	5,804	6,909	8,846	0,089	1,971
Jumlah				3.143,327	1.232,321	1.697,696
Standar Deviasi				25,073	15,699	18,427

Berdasarkan hasil perhitungan deviasi terkecil pada **Tabel 12** dan grafik kurva IDF pada **Gambar 2** maka Intensitas hujan yang sesuai untuk Distribusi Gumbel adalah intensitas hujan dengan cara perhitungan Ishiguro.

4.7 Perhitungan Debit Rencana

Waktu konsentrasi merupakan selang waktu yang diperlukan limpasan hujan untuk menempuh titik paling jauh dari lokasi yang ditinjau atau waktu yang dibutuhkan limpasan mengalir di sepanjang saluran terpanjang pada DAS yang ditinjau, panjang saluran yang ditinjau 1,13 km². Waktu konsentrasi dapat diartikan pula sebagai waktu konsentrasi yang digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan. Perhitungan waktu konsentrasi dapat

dihitung dengan menggunakan persamaan Federal Aviation Administration (FAA) karena memperhitungkan koefisien limpasan.

$$C_{komposit} = \frac{(580 * 0,50) + (0,0452 * 0,95)}{580,0452} = 0,50$$

$$t_o = \frac{0,552 * (1,8(1,1 - 0,5) * 1130^{0,5})}{\frac{1}{S^3}} = 25,25 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{1130}{0,667 * 60} = 28,23 \text{ menit}$$

$$t_c = 3,39 + 28,23 = 53,48 \text{ menit}$$

Intensitas curah hujan berdasarkan waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan persamaan terpilih yaitu rumus Ishiguro karena mempunyai standar deviasi terkecil. Hasil dari perhitungan di atas maka Intensitas hujan yang dipakai adalah Intensitas hujan dengan cara perhitungan Ishiguro karena memiliki nilai standar deviasi yang lebih kecil.

$$I = \frac{219,97}{\sqrt{53,48 + (-1,197)}} = 35,9 \text{ mm/menit}$$

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional.

$$Q_r = F * C * I * A$$

$$Q_r = 0,00278 * 0,50 * 35,9 * 580$$

$$= 28,9 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

4.8 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

Perbandingan antara debit saluran terhadap debit rencana dilakukan dengan membandingkan tiga jenis alternatif saluran pada **Tabel 13**. Kolom satu dan dua merupakan dimensi eksisting dengan lebar 1,5 m dan tinggi 1 m. Kolom satu kecepatan dihitung menggunakan rumus Manning menghasilkan debit 2,953 m³/detik. Kecepatan pada kolom dua adalah kecepatan diukur dengan current meter menghasilkan debit 1,0005 m³/detik. Kolom tiga saluran drainase rencana dengan lebar 2 m dan tinggi 2,7 m kecepatan dihitung menggunakan rumus manning menghasilkan debit 29,15 m³/detik.

Tabel 13. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

	Drainase Eksisting		Drainase Rencana Hitungan
	$V_{Manning}$	$V_{Current\ meter}$	$V_{Manning}$
B	1,5	1,5	2
H	1	1	2,7
A	1,5	1,5	5,4
P	3,5	3,5	7,4
R	0,43	0,43	0,73
V	1,97	0,667	5,40
Q	2,953	1,0005	29,15

Kecepatan aliran eksisting seharusnya sesuai dengan perhitungan menggunakan rumus manning seperti pada kolom satu. Perbedaan kecepatan pada kolom satu dan dua dapat dikarenakan adanya sampah, sedimentasi serta vegetasi sehingga kecepatan aliran eksisting berkurang. Kedua alternatif tersebut (kolom satu dan dua) menghasilkan debit saluran kurang dari debit rencana sehingga perlu perencanaan ulang saluran drainase. Perencanaan saluran drainase pada Jalan Adipati Agung menggunakan saluran penampang ekonomis tidak memungkinkan karena saluran harus diperlebar menjadi 2 m dan tinggi 1 m. Pelebaran

saluran akan mengurangi lahan trotoar bagi pejalan kaki. Dimensi tersebut menghasilkan debit saluran lebih kecil dibanding debit rencana. Dimensi saluran yang baru harus diperlebar untuk dapat menampung debit rencana, jika dimensi saluran tetap menggunakan lebar 1,5 m maka saluran harus diperdalam menjadi 4 m agar dapat menampung debit rencana. Dimensi saluran yang bisa menampung debit rencana dihitung dengan cara coba-coba didapat dimensi dengan lebar 2 m dan tinggi 2,7 m dan material harus menggunakan saluran beton, sehingga dengan saluran tersebut menghasilkan debit rencana sebesar 29,35 m³/detik lebih besar dibanding banjir rencana.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian pada Bab-Bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Dimensi saluran eksisting dengan lebar 1,5 m dan tinggi 1 m dengan kecepatan aliran rata-rata hasil current meter 0,667 m/detik didapat nilai sebesar 1,0005 m³/detik, dengan dimensi yang sama dan menggunakan kecepatan rata-rata menggunakan manning sebesar 1,97 m/detik didapat debit saluran sebesar 2,935 m³/detik. Dimensi saluran tersebut tidak dapat menampung debit rencana baik dengan kecepatan aliran rata-rata current meter maupun kecepatan rata-rata menggunakan rumus manning.
2. Kecepatan hitung menggunakan rumus manning lebih besar yaitu 1,95 m/detik dibanding kecepatan hasil survey menggunakan alat current meter yaitu 0,667 m/detik, hasil berbeda dapat disebabkan oleh adanya sedimentasi, vegetasi, dan sampah yang menghambat aliran pada saluran drainase.
3. Dimensi yang direncanakan untuk debit rencana sebesar 28,9 m³/detik adalah lebar 2 m dan tinggi 2,7 m. Saluran direncanakan menggunakan material saluran beton mempunyai kecepatan aliran 5,40 m/detik karena mempunyai nilai manning lebih kecil dan menghasilkan tampungan debit sebesar 29,15 m³/detik serta harus menggunakan saluran drainase tertutup karena dengan dimensi saluran tersebut dapat membahayakan pengguna jalan.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik. (2015). *Kecamatan Baleendah dalam Angka* (Katalog 3204.1527 ed.). Kabupaten Bandung: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung.
- Feriyanto, E. (2016). *Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan terhadap Tata Ruang Wilayah Kota Metro* (Thesis ed.). Lampung: Universitas Lampung.
- Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum Drainase Perkotaan (Nomor 12/PRT/M/2014). *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- NOAA. (2017). *Surface Data Global Summary of the Day*. Dipetik Juni 28, 2017, dari National Environmental Satellite, Data, and Information Service: <https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct>.
- Yustiana, F. (2008). *Rekayasa Hidrologi*. Bandung: Pishon.