

Desain *Frame Waterway* pada Drainase terhadap Penanganan Banjir di Kota Padang

Silta Yulan Nifen^{1*}, Ichsanul Fajri²

^{1,2} Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, 25143, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: siltayulan@itp.ac.id

Received 12th May 2023; 1st Revision 7th June 2023; Accepted 22th June 2023

ABSTRAK

Saat hujan pada daerah perkotaan, kondisi genangan air bahkan banjir sering terjadi di jalan-jalan kota. Ini terjadi di ruas jalan di Kota Padang, antara lain Jalan Khatib Sulaiman dan Jalan Kh. Ahmad Dahlan yang terkena banjir. Banyak penyebab yang berkontribusi terhadap banjir, termasuk kondisi cuaca hujan yang cenderung ekstrem, perubahan tutupan lahan membuat semakin tingginya kondisi kedap air pada luasan kawasan, dan saluran yang tidak mencukupi, serta desain *Frame Waterway* tidak sesuai. Tujuan studi ini adalah untuk menetapkan desain saluran *Frame Waterway* yang paling efektif. Penelitian ini memanfaatkan data primer dan data sekunder. Untuk data primer yang digunakan perangkat lunak Google Earth dan meter; untuk data sekunder, statistik curah hujan tahunan dari 2012 hingga 2021 dikumpulkan dari PSDA Sumbar. Setelah pengumpulan data, dilakukan pengolahan data yang meliputi pengolahan data hidrologi dengan analisis frekuensi, analisis debit banjir rencana dengan pendekatan Rasional, dan perhitungan kapasitas kerb inlet dan street inlet (*Frame Waterway*). Berdasarkan hasil analisis dan simulasi, maka direncanakan bentuk dimensi Street Inlet pada sisi kiri dan kanan jalan setiap 12 meter, menghasilkan dimensi 37x31cm dengan ukuran grid 3x21cm sebanyak 4 lubang.

Kata Kunci: Genangan, Drainase, *Frame Waterway*, Street Inlet, Curb Inlet

ABSTRACT

When it rains in urban areas, puddles and even floods can occur on city streets. This have happened on roadways in Padang, notably Jalan Khatib Sulaiman and Jalan Kh. Ahmad Dahlan, that were floods. Flooding could be caused by a variety of factors, including unusually heavy rains, changes in land cover that increase the area's watertightness, inadequate channels, and a unsuitable design of the *Frame Waterway*. The goal of the study is to determine the most efficient *Frame Waterway* channel design. This study includes use of both primary and secondary data. Google Earth and meter software were used for primary data, and annual rainfall data from 2012 to 2021 were collected from the West Sumatra PSDA for secondary data. After data collection, data processing is carried out, which includes processing hydrological data with frequency analysis, rationally analyzing planned flood discharge, and figuring out the capacity of curb inlets and street inlets (*Frame Waterway*). Based on the analysis and simulation results, the Street Inlet dimensions on the left and right sides of the road are planned to be every 12 meters, resulting in a 37x31cm dimension with a 3x21cm grid size of 4 holes.

Keywords: Puddle, Drainage, *Frame Waterway*, Street Inlet, Curb Inlet

Copyright ©. Silta Yulan Nifen, Ichsanul Fajri

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Pada saat hujan di daerah perkotaan sering terjadi genangan bahkan banjir pada ruas jalan. Hal ini terjadi pada ruas jalan di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, diantaranya terdapat genangan ialah ruas Jalan Khatib Sulaiman dan Jalan Kh. Ahmad Dahlan. Banyak penyebab yang berkontribusi terhadap banjir, termasuk kondisi cuaca hujan yang cenderung ekstrem, perubahan tutupan lahan membuat semakin tingginya kondisi kedap air pada luasan kawasan, dan saluran yang tidak mencukupi, serta desain *Frame Waterway* tidak sesuai.

Frame Waterway atau *Inlet* yang berupa lubang-lubang di sisi jalan efektif untuk mengalihkan limpasan air hujan ke saluran drainase. Bentuk kondisi, letak saluran, dan fungsi jalan sangat mempengaruhi jenis saluran terbuka yang selalu merupakan *inlet* yang kurang dibutuhkan karena ambang saluran berupa bukaan bebas. Ketentuan *Street Inlet*, menurut Nicklow dan Hellman [2], diposisikan pada dengan aliran air hujan menuju posisi rendah. Aliran yang melewati *inlet* akan masuk pada saluran drainase secepat mungkin, dan banyaknya *inlet* dibatasi.

Kriteria pada *inlet* seperti jenis dan total *inlet*, harus dimodelkan pada desain *Street Inlet* agar drainase pada jalan yang berada di samping jalan dapat menampung aliran penuh. Diperkirakan air hujan yang mengguyur jalan utama akan dapat mencapai saluran drainase secepat mungkin melalui *inlet* atau jalan masuk. Bentuk dan penempatan *inlet* yang sesuai dan memadai diperlukan agar saluran drainase dapat mengalirkan debit hujan dengan lancar [2]. Tujuan penelitian yaitu menentukan desain saluran *Frame Waterway* yang paling efektif.

METODE

Pada penelitian ini diawali dengan membaca dan mengumpulkan referensi serta studi literatur. Data Sekunder yang dikumpulkan berupa data curah hujan tahunan 2012-2022 dari BWS Sumatera V dan PSDA berdasarkan nama stasiun hujannya, Data Hidrologi, Data Hidrolika dan Data *Frame Waterway* sumber dari Survey Lapangan 2022. Untuk Aplikasi pendukung menggunakan Google Earth pendukung pembuatan Data Elevasi Drainase.

Metode Analisis yang digunakan yaitu Analisa Frekuensi lalu melakukan Analisis Debit Banjir Kala Ulang dengan Metode Rasional. Serta menghitung Kapasitas *Curb Inlet* dan *Street Inlet* (*Frame Waterway*).

Intensitas Curah Hujan

Perhitungan dari Intensitas hujan biasanya menggunakan durasi hujan jangka pendek, setelah diperoleh nilai intensitas curah hujan maka dapat dibuat bentuk grafik IDF dengan data hujan jangka pendek, bentuk grafik IDF yang diperoleh berdasarkan dari rumus Intensitas Curah Hujan dengan Metode Mononobe. Berikut rumusnya persamaan 1 [3].

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad [1]$$

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = durasi curah hujan (jam)

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

Sedangkan untuk memperoleh waktu konsentrasi maka waktu berasal permukaan tanah menuju saluran paling dekat yang diperlukan air untuk mengalir (t_o) sedangkan waktu awal aliran dalam saluran sampai pada poin keluaran perjalanan air (t_d) sesuai dengan persamaan 2 [4]:

$$t_c = t_o + t_d$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot l \cdot \frac{nd}{\sqrt{s}}\right)^{0,167} \quad [2]$$

$$t_d = \left(\frac{l_s}{60 \cdot V}\right)$$

keterangan:

- t_d = waktu tempuh air berasal titik masuk ke titik pembuangan di saluran drainase (*menit*)
- t_o = jumlah waktu Bergeraknya air mengalir dari permukaan lahan menuju saluran paling dekat (*menit*)
- nd = koefisien hambatan
- s = kemiringan saluran
- l_s = panjang jalan di saluran drainase (*meter*)
- l = panjang jalur di atas area permukaan (*meter*)
- V = kecepatan aliran (*m/s*)

Analisis Hidrologi

Agar saluran drainase berjalan dengan lancar maka debit air hujan dapat masuk harus mampu ditampung oleh kapasitas saluran, maka dibutuhkan bentuk ukuran dan posisi *Inlet* yang sesuai. Untuk menghitung debit pada aliran di permukaan maka dapat digunakan rumus Rasional pada persamaan 3 [5]:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad [3]$$

Keterangan :

- Q = debit banjir (m^3/s)
- C = koefisien aliran permukaan
- I = intensitas curah hujan selama periode konsentrasi (mm/jam)
- A = daerah tangkapan air (km^2)

Analisis Hidrolika

Pada perhitungan analisa hidrolika pada saluran terbuka maka dapat digunakan persamaan Manning, yaitu persamaan 4 [5]:

$$Q_{maks} = A \times V$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)} \quad [4]$$

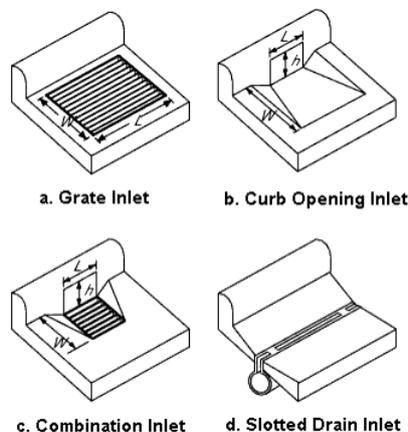
Keterangan :

- Q = debit saluran drainase eksisting (m^3/s)
- V = kecepatan pada aliran (m/s)
- A = luas penampang permukaan basah (m^2)
- b = lebar bagian dasar saluran (m)
- h = tinggi permukaan air dalam saluran (m)
- R = radius hidrolis (perbandingan luas dan keliling permukaan basah) (m)
- P = keliling permukaan basah (m)

n = koefisien kekasaran Manning
S = kemiringan dasar saluran

Analisis Frame Waterway

Ada beberapa bentuk dari Frame waterway diantaranya terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis-Jenis Inlet (*Frame Waterway*) [1]

Perhitungan ukuran *Grate Inlet* menggunakan rumus pada persamaan 5 [1] :

$$Q_g = 0,67 \times A_g \times (2g \cdot d_g)^{0,5} \quad [5]$$

dimana:

Q_g = kapasitas tampungan *grate Inlet* (m³/detik)
 d_g = ketinggian genangan rata-rata pada bahu jalan (m)
 = $S_x \cdot T$
 A_g = luas ruang terbuka kisi (m²)
 g = percepatan gerakan gravitasi (m/detik²)
 t = lebar terjadinya genangan
 S_x = kemiringan pada bagian melintang di bahu jalan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Perhitungan statistik dilakukan untuk mendapatkan nilai distribusi frekuensi dari Metode Log Person III, maka berdasarkan curah hujan rencana kala ulang menggunakan persamaan [1], [2] dan [3].

Tabel 1. Curah Hujan Kala Ulang 2, 5, dan 10 Tahun

No	Periode Ulang	Log X	Sd·Log X	Cs	K	Y	CH harian Max
	T (tahun)						(mm/hari)
1	2	1,46	0,0575	2,172	0,164	1,469	29,443
2	5	1,46	0,0575	2,172	0,758	1,503	31,854
3	10	1,46	0,0575	2,172	1,240	1,531	33,955

Tabel 2. Rekapitulasi hasil intensitas hujan kala ulang 2,5 dan 10 Tahun

Nomor saluran	R24			t		I		
	(mm)			(menit)	(jam)	(mm/jam)		
	2	5	10			2	5	10
S2	29,443	31,854	39,955	37,0075	0,617	14,084	15,237	19,112
S1	29,443	31,854	39,955	6,40424	0,147	36,647	39,647	49,730

Analisis Hidrolika

Untuk menilai apakah kapasitas saluran drainase cukup untuk menampung debit aliran menurut periode ulang, dilakukan perbandingan antara kapasitas debit saluran drainase yang ada dengan debit paling tinggi ekspektasian selama durasi ulang 2, 5 dan 10 tahun. Jika debit tampungan drainase melebihi jumlah debit paling tinggi yang diantisipasi ($Q_{saluran}$ yang ada > Q_{plan}), saluran dianggap aman; jika tidak, saluran dianggap tidak aman (adanya genangan). Debit tampungan saluran dan debit paling tinggi desain dibandingkan menggunakan Persamaan [4] dengan waktu ulang 2,5 dan 10 tahun.

Tabel 3. Perbandingan debit tampungan saluran drainase eksisting dengan debit puncak rencana

Nomor saluran	debit kala ulang			Kapasitas Drainase	keterangan		
	(m ³ /s)						
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	2	5	10	
1	0,22011	0,23907	0,29989	2,71115	aman	aman	aman
2	0,61124	0,66129	0,82947	1,21246	aman	aman	aman

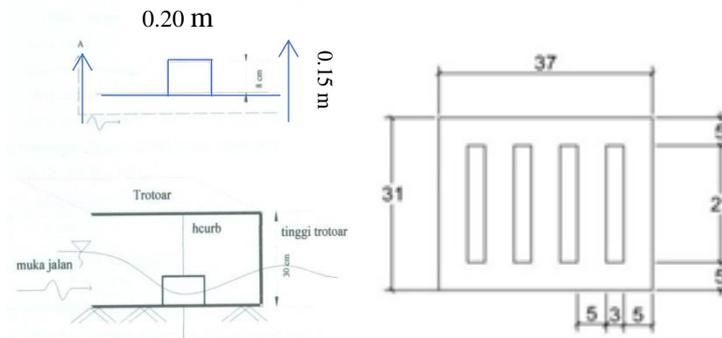
Analisis Frame Waterway

Kemampuan saluran drainase untuk mengalirkan debit puncak, diketahui bahwasannya saluran drainase pada kawasan Jalan KH. Ahmad Dahlan, Alai Parak Kopi mampu menampung debit rencana kala 2 tahun (0,22011 m³/s), 5 tahun (0,23907 m³/s), dan 10 tahun (0,29989 m³/s) dengan kapasitas saluran (2,71115 m³/s) dan Kawasan Jalan Khatib Sulaiman, Ulak Karang Kota Padang mampu menampung debit rencana kala ulang 2 tahun (0,61124 m³/s), 5 tahun (0,66129 m³/s), 10 tahun (0,82947 m³/s) dengan kapasitas saluran (1,21246 m³/s).

Dan hasil yang didapatkan untuk *Frame Waterway* atau *Inlet* kawasan Ulak Karang Jalan Khatib Sulaiman, Kec. Padang Utara lubang tali air (curb Inlet) tidak dapat menampung debit banjir (Q) 0,000162 m³/detik dengan kapasitas lubang tali air (L) 0,000159 m³/detik, diameter pipa 6 inch, (Tc) 45,247 menit, dan (V) 1,02 m/detik.

Pada kawasan Alai Parak Kopi, Jalan Kh. Ahmad Dahlan, Kec. Padang Utara lubang tali air dapat memenuhi untuk menampung (Q) 0,00014 m³/detik dikarenakan kapasitas (L) lubang tali air 0,00014 m³/detik, (Tc) 15,81 menit dengan kecepatan aliran air kelubang tali air (V) 1,02 m/detik. Lereng panjang Jalan Kh. Ahmad Dahlan (SL) sebesar 0,0219 dan Jalan Khatib Sulaiman (SL) sebesar 0,0219 serta kemiringan bahu jalan Kh. Ahmad Dahlan (SX) sebesar 0,132 dan Jalan Khatib Sulaiman 0,003 diperoleh dari data pengukuran seksi 1 dengan interval 45 m dan 21 m. Menggunakan rumus pendekatan rasional dan data intensitas hujan dari Jalan Kh. Ahmad Dahlan, didapatkan jumlah debit (Q) sebesar 0,29989 m³/detik, dan diperoleh debit (Q) sebesar 0,82947 m³/detik untuk Jalan Khatib Sulaiman. Jika luas genangan yang mungkin terjadi pada bahu jalan (T) direncanakan sebesar 5 cm, maka gunakan.

Dimungkinkan untuk menghitung A_g sebesar $0,0175 \text{ m}^2$ atau 175 cm^2 dengan ditambahkan nilai $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ dan parameter lain diketahui ke dalam Persamaan [5,] tetapi nilai A_g tidak seragam untuk setiap segmen dalam penelitian, maka Nilai A_g menjadi kondisi terbesar sebagai kontrol A_g dengan rencana $A_g = (\text{aman})$. Kontrol A_g digunakan untuk menghitung ukuran *Grate Inlet* yaitu 253 cm^2 . Hasilnya, dimensi kisi dapat menjadi 3×21 atau $63,3 \text{ cm}^2$ dengan empat lubang kisi.



Gambar 2. Hasil Desain *Curb Inlet* Dan *Street Inlet*

KESIMPULAN

Dimensi dapat disimpulkan setelah mengevaluasi dan mengolah data secara keseluruhan. *Curb Inlet* pada kawasan Jalan Kh. Ahmad Dahlan mampu menampung debit rencana kala 2 tahun ($0,22011 \text{ m}^3/\text{s}$), 5 tahun ($0,23907 \text{ m}^3/\text{s}$), dan 10 tahun ($0,29989 \text{ m}^3/\text{s}$) dengan kapasitas saluran ($2,71115 \text{ m}^3/\text{s}$) dan pada kawasan Jalan Khatib Sulaiman, Ulak Karang Kota Padang mampu menampung debit rencana kala ulang 2 tahun ($0,61124 \text{ m}^3/\text{s}$), 5 tahun ($0,66129 \text{ m}^3/\text{s}$), 10 tahun ($0,82947 \text{ m}^3/\text{s}$) dengan kapasitas saluran ($1,21246 \text{ m}^3/\text{s}$). Proporsi *Street Inlet* direncanakan dari hasil analisis dan pengolahan data pada samping jalan setiap 12 meter yaitu $37 \times 31 \text{ cm}$ dengan dimensi grid $3 \times 21 \text{ cm}$ dengan 4 lubang.

REFERENSI

- [1] Suharyanto, A. (2014). *Desain Street Inlet Berdasarkan Geometri Jalan Raya*. Rekayasa Sipil.
- [2] Nicklow, J.W. and Hellman A.P., (2004), *Optimal Design of Storm Water Inlets for Highway Drainage*, Journal of Hydroinformatics
- [3] Suripin. (2004). *Limpasan (Permukaan Air Tanah) Runoff*. (online). Diakses pada tanggal 30 September 2014 .
- [4] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Kota Berkelanjutan*. Andi Offset, Yogyakarta.

Indonesia.

- [5] Departemen Pekerjaan Umum. (2006). *Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd. T-02-2006-B*. Departemen Pekerjaan Umum.