

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase pada Jl. Asrama Sei Kambing C-II Kota Medan

Elly Ria^{1,*}, Ahmad Bima Nusa¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia 20216

*penulis koresponden: ellyria72@gmail.com

Diterima: 30 Agustus 2023; Disetujui: 28 November 2023

Abstrak

Permasalahan berupa kemunculan genangan air di Kota Medan akibat tingginya intensitas curah hujan dan tidak dapat ditampungnya limpasan air hujan oleh drainase semakin mengkhawatirkan dalam beberapa tahun belakangan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari masalah-masalah apa yang membuat genangan air tidak sepenuhnya mengalir ketika intensitas hujan sangat besar dan mengetahui metode apa yang layak digunakan untuk mengukur debit banjir rencana sesuai intensitas curah hujan di tempat dilakukannya penelitian yaitu pada Jl. Asrama Sei Kambing C-II Kota Medan. Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan metode rasional untuk mengukur debit banjir rencana serta membandingkan antara dua metode yakni Van Breen dengan Mononobe. Dari hasil perhitungan perbandingan debit banjir rencana ($Q_{Rasional}$) dan debit saluran drainase eksisting ($Q_{Eksisting}$) saluran drainase bagian kanan (persegi) dan kiri (trapesium) dapat disimpulkan intensitas curah hujan menggunakan metode Van Breen lebih rendah dibandingkan metode Mononobe. Kapasitas drainase tipe persegi menggunakan metode Van Breen dengan nilai rata-rata $Q_{Eksisting}$ sebesar 3,893 m³/det dapat memenuhi debit banjir rencana pada periode kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun dengan $Q_{Rasional}$ masing-masing sebesar 2,561 m³/det, 2,869 m³/det, 2,475 m³/det, 3,073 m³/det, dan 3,114 m³/det. Sedangkan kapasitas drainase tipe trapesium tidak memenuhi debit banjir rencana untuk seluruh periode ulang, di mana pada periode terkecil selama 2 tahun diperoleh $Q_{Rasional}$ sebesar 2,561 m³/det lebih besar daripada $Q_{Eksisting}$ sebesar 1,703 m³/det. Oleh karena itu, saluran drainase eksisting tipe persegi mampu menampung aliran air saat intensitas curah hujan tinggi dibandingkan dengan saluran drainase eksisting tipe trapesium pada lokasi penelitian ini.

Kata Kunci: Curah Hujan, Debit Banjir, Drainase Perkotaan.

Abstract

The problem of the emergence of waterlogging in Medan City due to the high intensity of rainfall and the inability to accommodate rainwater runoff by drainage has become increasingly worrying in recent years. This study aims to find out what problems make puddles not fully flow when the intensity of rain is very large and find out what methods are feasible to use to measure planned flood discharge according to rainfall intensity at the place where the research was conducted, namely on Jl. Asrama Sei Kambing C-II Medan City. The research method was carried out quantitatively with a rational method to measure planned flood discharge and compared between two methods, namely Van Breen and Mononobe. From the calculation of the comparison of planned flood discharge ($Q_{Rasional}$) and existing drainage channel discharge ($Q_{Existing}$) right (square) and left (trapezoidal) drainage channels, it can be concluded that the intensity of rainfall using the Van Breen method is lower than the Mononobe method. The square-type drainage capacity using the Van Breen method with an average $Q_{Existing}$ value of 3,893 m³/sec can meet planned flood discharge in the 2nd, 5th, 10th, 25th, and 50-year periods with $Q_{Rasional}$ of 2,561 m³/sec, 2,869 m³/sec, 2,475 m³/sec, 3,073 m³/sec, and 3,114 m³/sec, respectively. Meanwhile, the trapezoidal type drainage capacity does not meet the planned flood discharge for the entire recurrence period, where in the smallest period for 2 years obtained $Q_{Rasional}$ of 2,561 m³/sec greater than $Q_{Existing}$ of 1,703 m³/sec. Therefore, the existing square-type drainage channel is able to accommodate the flow of water when rainfall intensity is high compared to the existing trapezoid-type drainage channel at this study site.

Keywords: Rainfall, Flood Discharge, Urban drainage.

1. Pendahuluan

Manusia membutuhkan air untuk konsumsi sehari-hari, seperti minum,

memasak, dan membersihkan diri. Selain itu, air juga esensial dalam sektor pertanian untuk irigasi tanaman yang menjadi sumber pangan bagi populasi

global (Qarinur dkk., 2022). Akan tetapi, apabila kelebihan dan kekurangan air ini dalam keadaan ekstrim tentu dapat menimbulkan bencana, seperti banjir ataupun kekeringan. Penyebab salah satu banjir dikarenakan drainase tidak bisa menampung limpasan air yang ada, akibat debit air meningkat sehingga kapasitas saluran tidak mampu mengalirkan air. Oleh karena itu, agar seluruh debit air bisa ditampung dengan baik, maka diperlukan pembangunan drainase sebagai upaya pengendalian banjir. Drainase merupakan sistem bangunan air untuk menangani persoalan kelebihan air akibat intensitas curah hujan yang besar untuk menghindari terjadinya genangan air (Suripin, 2004). Cara pengaliran air dengan adanya saluran tersier untuk menampung air hujan dan mengalir ke drainase yang lebih besar (sekunder dan primer) selanjutnya jatuh ke sungai dan laut (Kodoatie, 2005). Perkembangan daerah adalah hal yang sangat berpengaruh pada perencanaan drainase, membuat tanah tidak mampu meresap pada saat intensitas hujan yang besar dikarenakan banyaknya penggunaan lahan bangunan serta lahan pengaspalan jalan. Maka sebaiknya dimensi saluran drainase yang direncanakan lebih besar untuk mendapatkan besaran curah hujan (F. Lubis, 2016). Alat informasi pada mitigasi bencana yakni perencanaan pemetaan wilayah yang tergenang banjir bisa dijadikan alternatif upaya dalam mengendalikan banjir melalui metode *non structural* (Zevri, 2019).

Data intensitas hujan di wilayah aliran air ketika kejadian muncul dijadikan dasar dalam proses menghitung debit rencana (Wesli, 2008). Akan tetapi, dibutuhkan beberapa metode yang berbeda dalam menentukan kemampuan penampungan debit air pada saluran drainase atas intensitas curah hujan yang ada (Purba dkk., 2021). Hal ini yang perlu diteliti dalam mempengaruhi penyebab terjadinya genangan di lokasi penelitian. Untuk daerah perkotaan saluran perlu dibangun yang cukup besar sesuai dengan debit banjir rencana, dalam mempercepat pembuangan air hujan agar tidak ada

genangan (A. H. Lubis & Terunajaya, 2013).

Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah untuk mencari tahu masalah apa saja yang membuat genangan air tidak sepenuhnya mengalir ketika debit hujan sangat besar yang mengakibatkan drainase tidak dapat menampungnya, serta berapa besar kapasitas penampung yang layak digunakan dalam menampung debit banjir pada drainase dan mengetahui tipe drainase yang paling efektif apakah mampu mengalirkan air dan menampung air jika terjadi intensitas hujan yang tinggi. Perlu diperhatikan metode mana yang paling efektif dalam menghitung intensitas curah hujan, baik menggunakan metode Van Breen atau Mononobe, terutama saat diterapkan pada saluran drainase dengan tipe persegi atau tipe trapesium yang memiliki dimensi yang sama. Selain itu, perlu juga dilakukan evaluasi terhadap kapasitas saluran drainase di Jl. Asrama Sei Kambing C-II untuk memastikan bahwa saluran tersebut dapat menampung aliran banjir dengan efisien.

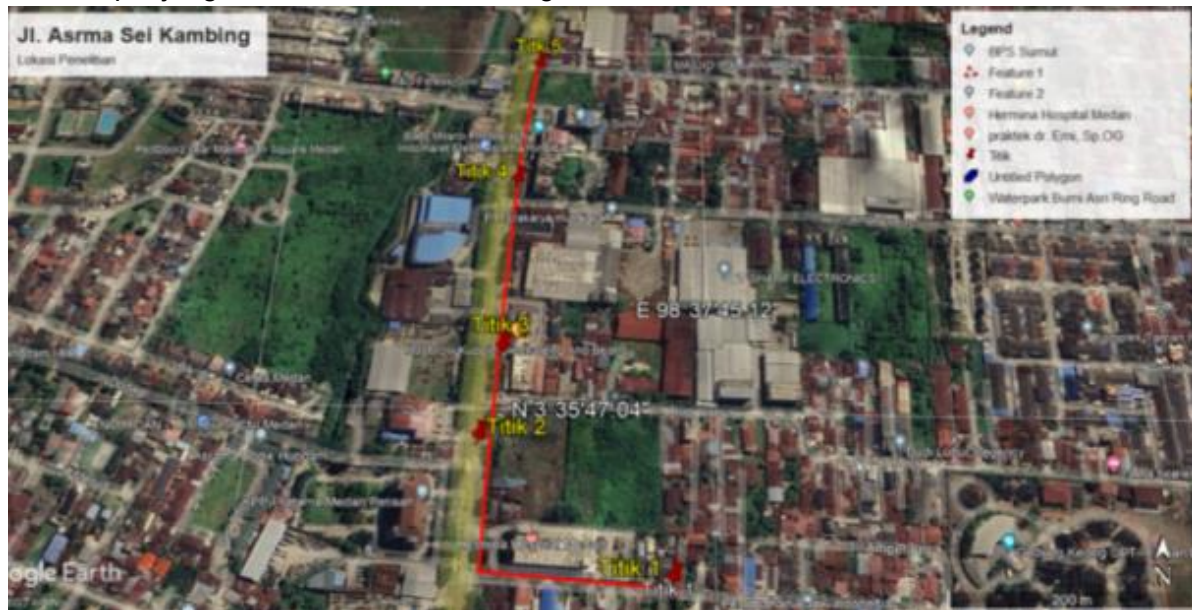
Dalam rangka menentukan hasil debit banjir rencana, penting untuk menganalisis intensitas hujan dan memperoleh nilai debit dengan mempertimbangkan frekuensi hujan. Parameter perhitungan metode distribusi Log Person III dengan periode ulang 100, 50, 25, 15, 10, atau 2 tahun digunakan untuk menghasilkan nilai intensitas hujan yang diperlukan (Soemarto, 1987). Setelah mendapatkan distribusi yang dianggap paling cocok, langkah selanjutnya adalah melakukan uji kecocokan dengan sampel data. Hal ini dilakukan guna memastikan bahwa hasil debit rencana yang dihasilkan, sebagaimana dijelaskan oleh (Sitohang dkk., 2022), sesuai dengan kondisi lapangan dan dapat memberikan gambaran yang akurat terkait pengelolaan aliran banjir di wilayah tersebut.

2. Metodologi

Daerah Kecamatan Medan Helvetia memiliki luas $\pm 13,16$ km² (1.316 ha). Adapun lokasi studi penelitian diambil pada kawasan drainase Jl. Asrama Sei

Sikambang C-II tepatnya pada koordinat $3^{\circ}35'36''\text{N}$ $98^{\circ}37'42''\text{E}$, di mana lokasi ini salah satu titik rawan banjir yang pernah terjadi pada 18 november 2022 dengan total area wilayah tergenang di wilayah Medan Helvetia sebesar $1,46 \text{ km}^2$ yang menggenangi jalan dan permukaan warga dengan ketinggian $\pm 70 \text{ cm}$. Saluran yang diteliti sepanjang 600 m dari titik belakang

Rumah Sakit Hermina sampai Jl. Bakti Luhur (Gambar 1). Untuk mengetahui besarnya hujan rencana, perlu diketahui tingginya curah hujan yang terjadi dalam analisis hidrologi yang dihitung melalui metode rata-rata aljabar yang akan menghasilkan data hujan di wilayah yang mengalami banjir.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

2.1. Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Peristiwa hujan lebat mampu mempengaruhi analisis frekuensi maupun probabilitasnya yang mana data tersebut bisa dimanfaatkan untuk mengetahui besaran hujan rencana. Parameter yang berhubungan dengan analisa data seperti kemiringan/kecondongan (koefisien *skewness*), koefisien variasi, simpangan baku, dan rata-rata secara keseluruhan tergabung dalam perhitungan distribusi frekuensi. Proses analisa debit banjir rencana di bidang hidrologi banyak menggunakan perhitungan distribusi frekuensi berikut ini.

a. Distribusi Normal

Berikut perhitungan atau persamaan distribusi Gauss atau kurva normal:

$$K_T = \frac{K_T - \bar{X}}{s} \quad (1)$$

dengan K_T adalah faktor frekuensi, S adalah deviasi standar nilai varian, \bar{X}

dengan curah hujan maksimal rata-rata (mm/hari), dan X_T adalah curah hujan rencana (mm/hari).

b. Distribusi Log Normal

Berikut persamaan dalam menghitung log normal:

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } \bar{X}} + K_T \cdot S \text{ Log } X \quad (2)$$

dengan $\text{Log } X_T$ adalah nilai logaritma hujan rencana pada periode ulang T , dan K_T adalah faktor frekuensi yang jumlahnya sesuai nilai T .

c. Distribusi Log Person III

Berikut persamaan dalam menghitung log person III:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \quad (3)$$

Log curah hujan rancangan pada suatu periode ulang dihitung dengan persamaan:

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + K_T \times S_T \quad (4)$$

dengan X_i adalah curah hujan rancangan, X_T adalah seberapa besar peristiwa pada

periode ulang, S_d adalah simpangan baku, K adalah konstanta (dari tabel), dan $\log X_T$ adalah rata-rata logaritma atas hujan maksimal tahunan.

d. Distribusi Probabilitas

Berikut persamaan yang harus digunakan dalam menghitung distribusi probabilitas yang menggunakan data populasi terbatas:

$$X_T = \bar{x} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times S_X \tag{5}$$

dengan X_T adalah besarnya kejadian untuk priode ulang, n adalah lama pengamatan, X_i adalah curah hujan maksimum (mm), S_n ialah banyaknya data n atau reduced standar deviasi, Y_n banyaknya data n atau reduced mean.

Pada Tabel 1 memperlihatkan hasil variasi reduksi yang diperoleh dari data curah hujan rata-rata pengamatan pada beberapa periode ulang.

Tabel 1. Variasi reduksi (Suripin, 2004).

Periode Ulang T (Tahun)	Y_T	Periode Ulang T (Tahun)	Y_T
2	0,3665	100	4,6001
5	1,4999	200	5,296
10	2,2504	500	6,214
20	2,9702	1000	6,919
25	3,1985	5000	8,539
50	3,9019	10000	9,921

2.2. Uji Smirnov- Kolmogorov

Besaran peluang melalui uji kecocokan jenis non parametik ini umumnya hanya dilakukan melalui proses pengurutan data yang paling besar ke yang paling kecil tanpa menggunakan fungsi distribusi tertentu. Oleh karena itu, perbedaan maksimal antara fungsi probabilitas kumulatif dengan fungsi kumulatif sampelnya atau nilai D akan dihitung melalui uji *Smirnov* dan *Kolmogorov* lalu dilakukan perbandingan antara nilai D dengan Do . Apabila $D < Do$, maka distribusinya akan diterima.

Berikut persamaan Weinbull yang digunakan dalam mengurutkan keseluruhan data untuk mengetahui setiap peluang empirisnya:

$$P = \frac{m}{N+1} \tag{6}$$

dengan P adalah peluang pengamatan, n adalah banyaknya data atau jumlah kejadian, dan m adalah nomor urutan data sesudah proses pengurutan dari yang terbesar ke data terkecil.

Peluang pengamatan dengan peluang teoritis:

$$D_{mask} = \text{maksimum } [P(X_n) - P'(X_n)] \tag{7}$$

dengan $P'(X_n)$ adalah persamaan distribusi serta peluang teoretis yang digunakan, $P(X_n)$ adalah peluang pengamatan, dan D adalah selisih maksimal diantara peluang pengamatan dan peluangnya.

2.3. Debit Banjir Rencana Metode Rasional

Berikut persamaan dalam mengukur laju aliran permukaan puncak melalui metode rasional:

$$Q = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A \tag{8}$$

denga, Q adalah debit air m³/det, I adalah intensitas curah hujan (mm/jam), A adalah luas wilayah aliran air (Ha), dan C adalah koefisien aliran. Pada Tabel 2 harga C menentukan faktor yang mempengaruhi hubungan antara hujan dan aliran pengaruh penutupan lahan, dan tata guna lahan dapat dilihat.

Tabel 2. Koefisien pengaliran (Suripin, 2004).

No	Daerah	Koefisien aliran (C)
1	Perniagaan	0,90 – 0,95
2	industri	0,80 – 0,90
3	Perumahan rapat	0,70 -- 0,80
4	Perumahan kerapatan sedang (20-60 rumah /Ha)VV	0,40 – 0,70
5	Perumahan yang tidak terlalu rapat (20 rumah/Ha)	0,20 – 0,40
6	Tanah dan wilayah reaksi	0,20 – 0,30

Kirpich (1940) menyatakan bahwa dalam menaksirkan waktu konsentrasi diperlukan rumusan berikut ini:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (9)$$

dengan t_c adalah waktu konsentrasi (jam), s adalah kemiringan dari rerata saluran utama (m), dan L adalah panjang saluran utama (km).

2.4. Intensitas Curah Hujan

Dalam menentukan luas penampang dari hasil intensitas dianalisis terlebih dahulu kemiringan rata-rata drainase, dengan persamaan sebagai berikut:

$$s = \frac{H}{0,9 \times L} \quad (10)$$

dengan, H adalah perbedaan tinggi dari titik jeter jauh drainase dengan titik pengamatannya (km), L adalah panjang drainase pengamatan (km).

Perhitungan curah hujan melalui teknik Mononobe bisa dilakukan melalui persamaan-persamaan berikut:

a. Metode Mononobe

Metode Mononobe ini menghitung intensitas curah hujan durasi mm/jam

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t_c} \quad (11)$$

dengan R_{24} adalah curah hujan rencana selama 24 jam, t_c adalah durasi/lama turunnya hujan (jam), dan I adalah intensitas hujan (mm/jam).

b. Metode Van Breen

Metode Van Breen menghitung intensitas curah hujan periode ulang pertahun mm/hari

$$I = \frac{54 R_T + 0,07 R_T^2}{t_c + 0,3 R_T} \quad (12)$$

dengan R_T adalah tingginya curah hujan dalam T tahun (mm/hari), I_T adalah intensitas curah hujan T (tahun).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Curah Hujan Rencana

Melalui metode rata-rata aljabar, diakumulasikan rata-rata curah hujan harian untuk menemukan data maksimum dari curah hujan. Tabel 3 memperlihatkan perhitungan secara keseluruhan rata-rata curah hujan maksimum periode 10 tahun.

Tabel 3. Data curah hujan BMKG tahun 2013-2022.

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
2013	498,3
2014	325,7
2015	448,6
2016	580,8
2017	529,4
2018	609
2019	455,6
2020	615
2021	519,4
2022	525,9

Melalui analisa frekuensi dan probabilitas, selanjutnya dihitung pola distribusi dengan mengacu pada data curah hujan rata-rata maksimal yang sebelumnya didapatkan.

a. Parameter Rata-rata

$$(\bar{X}) = \frac{1}{n} \sum X_i = \frac{5107,7}{10} = 510,77 \text{ mm}$$

b. Simpangan Baku (s)

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{67382,94}{10-1}} = 86,527 \text{ mm}$$

c. Koefisien varian (Cv)

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{3264,80}{239,9208} = 0,169 \text{ mm}$$

d. Koefisien skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot s^3} = \frac{10(-4314779,05)}{(9 \times 8)(86,527)^3} = -0,925$$

e. Pengukuran Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^4}{s^4} = 2,556$$

3.2. Pemilihan jenis sebaran

Penelitian ini menggunakan pengujian parameter dengan uji sebaran dengan metode Smirnov Kolmogorov. Dapat dilihat pada Tabel 4 merupakan distribusi curah hujan yang diantaranya memenuhi parameter pemilihan distribusi curah hujan.

Tabel 4. Parameter pemilihan distribusi curah hujan.

No	Nama Periode	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Gumbel	Cs = 1.139 Ck = 5,4	-0,925 2,556	Tidak memenuhi
2	Normal	Cs > 0,159 Cv > 0,060	-0,925 2,556	Tidak memenuhi
3	Log Normal	Cs > Cv ³ +3Cv Ck > Cv 8+6 Cv ⁶ +15 Cv ⁴ +16 Cv ² +3	-1,588 3,76	Tidak memenuhi
4	Log Person III	selain dari nilai diatas Ck>	Cs= -1,416 Ck = 3,22	Memenuhi

Dari hasil parameter pada Tabel 4 maka bisa dikatakan Log Person tipe III menjadi jenis sebaran yang layak digunakan karena telah memenuhi kriteria. Berikutnya dilakukan pengujian parameter menggunakan metode Smirnov Kolmogorov.

distribusinya bisa diterima untuk mengukur distribusi peluang data debitnya karena $D < D_0$ ($0,202 < 0,41$) dengan N sebanyak 10 dan derajat kepercayaannya pada D_0 adalah 5%. Pada Tabel 5 memperlihatkan hasil analisa curah hujan menggunakan distribusi Log Person III.

3.3. Uji Smirnov Kolmogorov

Dari perhitungan yang telah dilakukan menegaskan bahwa hasil persamaan

Tabel 5. Hasil perhitungan curah hujan distribusi Log Person III.

Periode ulang Tahun	$\sum \text{Log } \bar{X}$	K_T	$S \log x$	Hujan Rencana (X_T)	Hujan Rencana Tahun (mm)
X2	2,702	0,225	0,081	2,720	524,97
X5	2,702	0,832	0,081	2,769	588,12
X10	2,702	0,041	0,081	2,705	507,20
X25	2,702	1,198	0,081	2,799	629,81
X50	2,702	1,27	0,081	2,805	638,35
X100	2,702	1,318	0,081	2,809	644,11

Dari Tabel 5 dengan menggunakan distribusi Log Person III diperoleh hasil hujan rencana tahunan. Selanjutnya hasil analisa digunakan untuk memperoleh hasil intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe dan Van Breen.

3.4. Analisis Intensitas Curah Hujan

Berikut hasil analisa upaya penetapan intensitas hujan dengan data-data durasi hujannya menggunakan data durasi hujan dengan metode Mononobe dan Van Breen. Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang dibutuhkan saat air hujan pada titik hujan dengan menghitung kemiringan (s):

a. Metode Mononobe

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun:

Kemiringan rata-rata drainase:

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

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 600^2}{1000 \times 0,00056} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 0,799538 \text{ jam}$$

Pada Tabel 6 dapat dilihat hasil perhitungan intensitas curah hujan dengan periode 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun menggunakan metode Mononobe.

Tabel 6. Intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe.

No	Periode	R ₂₄ (mm)	t _c (jam)	I (mm/jam)
1	2	524,97	0,7995	211,293
2	5	588,12	0,7995	236,709
3	10	507,20	0,7995	204,141
4	25	629,81	0,7995	253,490
5	50	638,35	0,7995	256,928
6	100	644,11	0,7995	259,246

b. Metode Van Breen

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Van Breen sebagai berikut:

$$I = \frac{90\% \times X_{24}}{4} = 118, 118 \text{ mm/jam}$$

Dapat dilihat pada Tabel 7 hasil perhitungan debit banjir rencana dengan periode 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun dengan metode *Van Breen*.

Tabel 7. Intensitas curah hujan menggunakan metode Van Breen.

No	periode	R ₂₄ (mm)	I (mm/jam)
1	2	524,97	118,118
2	5	588,12	132,326
3	10	507,20	114,120
4	25	629,81	141,707
5	50	638,35	143,629
6	100	644,11	363,330

Tabel 8. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Mononobe.

No	Periode	Luas (m)	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q _{Rasional} (m ³ /det)
1	2	600	0,6	211,293	0,130	4,578
2	5	600	0,6	236,709	0,130	5,129
3	10	600	0,6	204,141	0,130	4,423
4	25	600	0,6	253,490	0,130	5,493
5	50	600	0,6	256,928	0,130	5,567
6	100	600	0,6	259,246	0,130	5,621

Diperoleh debit banjir rencana dengan menggunakan metode Van Breen dalam prosedur pengujiannya data diurutkan dari

Dari hasil perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe dan Van Breen selanjutnya akan digunakan menghitung analisis debit banjir rencana (metode rasional).

3.5. Metode Rasional

Luas area genangan yang digunakan sebesar 1,46 km² (146 ha). Untuk mengetahui koefisien pengaliran pada perumahan kerapatan sedang (20-60) rumah/ha, koefisien yang digunakan pengaliran sebesar 0,6.

$$Q_{Rasional} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \cdot (0,6) \times 211,293 \times 0,130$$

$$= 4,578 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk menghitung kala ulang debit banjir rencana 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun dengan metode Mononobe dapat dilihat pada Tabel 8.

yang terbesar ke terkecil untuk dianalisa, sehingga hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan debit banjir menggunakan metode Van Breen.

No	Periode	Luas (m)	C	I (mm/jam)	A (km)	Q _{Rasional} (m ³ /det)
1	2	600	0,6	118,12	0,130	2,561
2	5	600	0,6	132,33	0,130	2,869
3	10	600	0,6	114,12	0,130	2,475
4	25	600	0,6	141,71	0,130	3,073
5	50	600	0,6	143,63	0,130	3,114
6	100	600	0,6	363,33	0,130	7,878

3.6. Perhitungan kecepatan aliran

Penampang drainase sekunder kanan pada titik 1 sekunder kanan tipe persegi:

Diketahui:

$b = 190$ cm (data yang diperoleh dari hasil survei)

$h = 230$ cm

$x = 30$ cm

$$s = \frac{h}{0,9 \times 600}$$

$$s = \frac{0,3 \text{ m}}{0,9 \times 600 \text{ m}}$$

$$s = 0,0005$$

Luas permukaan (A):

$$A = (b \times h)$$

$$= 1,9 \times 2,3$$

$$= 4,37 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = b + 2 \times h$$

$$= 1,9 + (2 \times 2,3)$$

$$= 6,5 \text{ m}$$

Dihitung nilai Hidrolis (R):

$$R = A/P$$

$$= 4,37/6,5$$

$$= 0,672 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,014} \times (0,672)^{\frac{2}{3}} \times (0,0005)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,226 \text{ m/det}$$

Perhitungan daya tampung debit saluran:

$$Q_s = V \times A$$

$$= 12,97 \text{ m/det} \times 4,370 \text{ m}^2$$

$$= 56,688 \text{ m}^3/\text{det}$$

Pada Tabel 10 diperlihatkan hasil analisis dari luas dan keliling drainase dengan tipe persegi untuk menentukan debit air dan kecepatan air pada penampang.

Tabel 10. Hasil perhitungan saluran sekunder eksisting kanan (persegi).

No	b (m)	h (m)	s	Luas permukaan (A) m ²	Keliling basah (P) m	Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Q _{Eksisting} (m ³ /det)
1	1,90	2,30	0,0005	4,370	6,5	0,672	1,226	5,357
2	1,90	2,00	0,0005	3,800	5,9	0,644	1,191	4,526
3	1,80	1,87	0,0005	3,366	5,54	0,608	1,146	3,857
4	1,80	1,80	0,0005	3,240	5,4	0,6	1,136	3,681
5	1,70	1,20	0,0005	2,040	4,1	0,498	1,003	2,046
jumlah				16,816	27,440	3,022	5,702	19,467
rata - rata				3,363	5,488	0,604	1,140	3,893

Penampang drainase sekunder kiri pada titik 1 tipe trapesium:

Diketahui:

$b = 1,20$ m

$h = 1,20$ m

$y = 0,02$ m

$$s = 0,1/(0,9 \times 600)$$

$$s = 0,0002$$

Luas permukaan (A):

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

$$= (1,20 + (1 \times 1,20)) \times 1,20$$

$$= 2,640$$

Keliling basah (P):

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

$$= 1,20 + 2 \times 1,20 \sqrt{(1^2+1)}$$

$$= 4,594 \text{ m}$$

hidrolis (R):

$$R = A/P$$

$$= 2,64/4,594$$

$$= 0,574 \text{ m}$$

Kecepatan aliran:

Koefisien pengaliran *manning* untuk kondisi saluran beton halus sambung baik dan rata 0,014 sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,014} \times (0,574)^{\frac{2}{3}} \times (0,0002)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0,698 \text{ m/det}$$

$$= 0,698 \text{ m/det}$$

Perhitungan daya tampung debit saluran :

$$Q_s = V \times A$$

$$= 0,698 \times 2,640$$

$$= 1,843 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Tabel 11 merupakan hasil dari perhitungan saluran drainase trapesium untuk menentukan debit dan kecepatan air pada saluran.

Tabel 11. Hasil perhitungan saluran sekunder eksisting kiri (trapesium).

No	b (m)	h (m)	S	Luas permukaan (A) m ²	Keliling (P) m	Hidrolis (R)	Kecepatan (V)	Q _{Eksisting} (m ³ /det)
1	1,20	1,20	0,0002	2,640	4,594	0,575	0,698	1,843
2	1,20	1,20	0,0002	2,640	4,594	0,575	0,698	1,843
3	1,15	1,15	0,0002	2,473	4,403	0,562	0,688	1,700
4	1,10	1,10	0,0002	2,310	4,211	0,549	0,677	1,564
5	1,10	1,10	0,0002	2,310	4,211	0,549	0,677	1,564
jumlah				12,373	22,013	2,808	3,438	8,514
rata - rata				2,475	4,403	0,562	0,688	1,703

Dari hasil perhitungan dilakukan perbandingan $Q_{Eksisting}$ dan $Q_{Rasional}$ saluran drainase di Jl. Asrama Sei Kambing C-II dapat dilihat bahwa penampang saluran drainase kanan tipe persegi dan bagian kiri jalan dengan tipe trapesium tidak mampu menampung dan mengalirkan air pada seluruh periode kala ulang dengan menggunakan metode Mononobe. Akan tetapi, dengan metode Van Breen tipe drainase persegi mampu menampung aliran air dengan periode 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun di mana lebih layak digunakan dalam memenuhi debit banjir rencana dibandingkan tipe trapesium.

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan perbandingan $Q_{Rasional}$ dan $Q_{Eksisting}$ saluran drainase tipe persegi dan trapesium dapat disimpulkan intensitas curah hujan menggunakan metode Van Breen lebih rendah dibandingkan metode Mononobe. Kapasitas drainase tipe persegi dengan intensitas curah hujan menggunakan metode Van Breen dapat memenuhi debit banjir rencana untuk periode kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun dengan $Q_{Rasional}$ masing-masing sebesar 2,561 m³/det, 2,869 m³/det, 2,475 m³/det, 3,073 m³/det, dan 3,114 m³/det, yaitu lebih kecil dari pada debit saluran drainase eksisting ($Q_{Eksisting}$) sebesar 3,893 m³/det. Sedangkan kapasitas drainase tipe trapesium tidak memenuhi debit banjir rencana untuk seluruh periode kala ulang. Dengan perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Van Breen yang paling efektif adalah tipe penampang persegi untuk periode 2, 5, 10, 25, dan 50

tahun. Sedangkan hasil perhitungan dengan metode Mononobe tipe penampang saluran persegi dan trapesium tidak mampu mengalirkan aliran air jika terjadi intensitas curah hujan yang tinggi pada seluruh periode kala ulang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penghimbau kepada masyarakat setempat agar dapat memelihara dan menjaga saluran drainase tetap bersih sehingga penampang saluran drainase yang ada tetap mampu menampung debit curah hujan. Selain itu, Pemerintah setempat perlu untuk melakukan perencanaan ulang kembali untuk saluran drainase yang sudah ada, dan memberikan tindakan tegas terhadap masyarakat yang membuang sampah sembarangan.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Daftar Pustaka

- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil engineering*, 10(6), 362.
- Kodoatie, R. J. (2005). Pengantar Manajemen Infrastruktur (Edisi Revisi). *Yogyakarta: Pustaka Pelajar*.
- Lubis, A. H., & Terunajaya. (2013). Analisa Intensitas Curah Hujan Maksimum terhadap Kemampuan Drainase Perkotaan (Studi Kasus Drainase Jalan Sisingamangaraja Kota Sibolga). *Teknik Sipil*, 2(1), 1–9.
- Lubis, F. (2016). Analisa Frekuensi Curah Hujan Terhadap Kemampuan

- Drainase Pemukiman di Kecamatan Kandis. *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 2(1), 34–46. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS/article/view/293>
- Purba, N. A. H., Lukman, A., & Sarifah, J. (2021). Perbandingan Metode Mononobe dan Metode Van Breen untuk Pengukuran Intensitas Curah Hujan Terhadap Penampang Saluran Drainase. *Jurnal Buletin Utama Teknik*, 16(2), 119–125.
- Qarinur, M., Silitonga, E. M. R., Sibuea, D. T. A., & Rahayu, T. (2022). Evaluasi Neraca Air Daerah Irigasi Sei Belutu Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(1), 89–100. <https://doi.org/10.29244/jstil.7.1.89-100>
- Sitohang, A., Siburian, M. T., Naibaho, R., Sitohang, O., & Sitindaon, C. (2022). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Jalan Sisingamangaraja Kota Porsea. 3(1), 30–43.
- Soemarto, C. D. (1987). Hidrologi Teknik Edisi Ke - 2. Penerbit Erlangga, Jakarta., 23–34.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. In *ANDI Offset* (Vol. 7). ANDI Offset.
- Wesli. (2008). Drainase Perkotaan. In *Graha Ilmu*. Graha Ilmu.
- Zevri, A. (2019). STUDI PEMETAAN DAERAH GENANGAN BANJIR DAS SEI KAMBING DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS. *TERAS JURNAL*, 9(2), 165. <https://doi.org/10.29103/tj.v9i2.233>