

PERBANDINGAN METODE MONONOBE DAN METODE VAN BREEN UNTUK PENGUKURAN INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP PENAMPANG SALURAN DRAINASE

Nadya Al Husna Purba¹⁾, Anisah Lukman²⁾, Jupriah Sarifah³⁾

¹⁾Alumni, ^{2,3)}Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Islam Sumatera Utara

alhusnanadya@gmail.com; anisah@ft.uisu.ac.id; jupriah@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Evaluasi saluran drainase diperlukan untuk mengetahui kapasitas penampang dengan menghitung debit banjir rencana menggunakan metode Rasional dengan membandingkan metode Mononobe dan metode Van Breen pada intensitas curah hujannya. Analisa debit banjir rencana dilakukan dengan menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi yang dipilih yaitu Log Pearson Tipe III. Dari hasil analisa debit banjir rancangan periode ulang 2 tahun di dapat untuk metode Mononobe $QRasional = 0,00486 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan $QEksisting = 0,7213 \text{ m}^3/\text{det}$ sementara untuk metode Van Breen $QRasional = 0,14575 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan $QEksisting = 0,7213 \text{ m}^3/\text{det}$ pada bagian kanan. Dari hasil perbandingan $QRasional$ dan $QEksisting$ juga dapat diketahui bahwa penampang saluran drainase di JL. R.A. Kartini Kecamatan Lubuk Pakam baik kanan maupun kiri $QRasional$ dengan metode Mononobe layak digunakan dibandingkan metode Van Breen. Berdasarkan bentuk penampang drainase, trapesium lebih mampu menampung debit curah hujan dibandingkan dengan bentuk persegi, yaitu dengan $QRasional = 0,00486 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan $QEksisting = 0,7213 \text{ m}^3/\text{det}$ sementara untuk bentuk persegi $QRasional = 0,00486 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan $QEksisting = 0,3550 \text{ m}^3/\text{det}$. Hasil evaluasi menunjukkan saluran drainase pada JL. R.A. Kartini Kecamatan Lubuk Pakam mampu menampung debit banjir rancangan Q2, Q5 dan Q10 dengan metode Mononobe.

Kata-Kata Kunci : Drainase, Intensitas Curah Hujan, Metode Mononobe, Metode Van Breen

I. Pendahuluan

Intensitas curah hujan adalah salah satu faktor penyebab banjir pada suatu wilayah. Oleh karena itu, untuk mengendalikan banjir setiap kali terjadi hujan yaitu salah satunya dengan cara membangun saluran drainase yang tepat agar debit air yang masuk tertampung dengan baik.

Namun untuk mengetahui saluran drainase tersebut mampu atau tidak mampu menampung debit air yang ada yaitu dengan cara menghitung intensitas curah hujannya terlebih dahulu. Dan untuk intensitas curah hujan itu ada beberapa metode.

Maka dalam kajian ini akan dicoba untuk membuat perbandingan metode perhitungan intensitas curah hujan yang tepat sesuai dengan penampang saluran drainase yang ada.

II. Tinjauan Pustaka

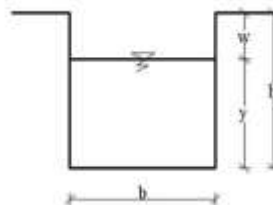
2.1 Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya).

Bentuk-bentuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun bentuk saluran antara lain :

a. Persegi

Saluran drainase berbentuk empat persegi tidak banyak membutuhkan ruang. Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini saluran harus terbentuk dari pasangan batu ataupun coran beton.



Gambar 1. Saluran Bentuk Persegi

b. Trapesium

Pada umumnya saluran terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan terbuat dari pasangan batu dan coran beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi dengan debit yang besar.



Gambar 2. Saluran Bentuk Trapesium

2.2 Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan perubahannya antara lain : keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah, di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi.

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya.

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Berdasarkan ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Person III
- Distribusi Gumbel

Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$K_T = \frac{X_T - \bar{x}}{S}$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata hitung variat,

S = Deviasi standar nilai variat,

K_T = Faktor frekuensi

b. Distribusi Log Person III

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi Log Person III, mempunyai persamaan sebagai berikut :

1. Data rerata hujan harian maksimum tahunan sebanyak n buah diubah dalam bentuk (Log X)
2. Dihitung harga logaritma rata-rata

$$\log \bar{x}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i$$

Dihitung harga simpangan baku

$$S_d = \frac{\sqrt{1 (\log X_i - \log \bar{x})^2}}{n - 1}$$

Hitung koefisien kepeccengan dengan rumus :

$$C_s = n \cdot \frac{(\log \bar{x} - \overline{\log X})^2}{(n - 1) \cdot (n - 2) S_d^3}$$

Dengan :

$$\log X_T = \log \bar{x} - \bar{x}$$

Hitung logaritma curah hujan rancangan priode ulang tertentu :

$$\log X_T = \bar{x} + K \cdot S_d$$

Di mana :

X_i = Curah hujan rancangan

$\bar{x}_l$ = Rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan

S_d = Simpangan baku

K = Konstanta (dari tabel)

X_T = Besarnya kejadian untuk priode ulang

K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefesien C_s

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel sebenarnya mempunyai fungsi eksponensial ganda yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$X_T = \bar{x} + \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \sigma_n$$

Keterangan :

X_T = Besarnya kejadian untuk priode ulang

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata aritmatik hujan kumulatif

Y_T = Variasi reduksi (*reduced variated*)

Y_n = Nilai tengah variasi reduksi tergantung banyaknya sampel (n)

σ_n = Standard deviasi dari variasi reduksi

Untuk nilai variasi reduksi (Y_T) pada priode ulang (T) dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Variasi Reduksi (*Reduced Variate*)

Periode Ulang (T) (Tahun)	Y_T	Periode Ulang (T) Tahun	Periode Ulang (T) (Tahun)	Y_T
2	0,3665	40	40	4,6001
5	1,4990	50	50	5,2960
10	2,2502	100	100	6,2140
20	2,9606	200	200	6,9190
25	3,185	500	500	8,5390
30	3,9019	1000	1000	9,9210

Sumber : Hidrologi untuk insinyur (Linsley,1986).

Untuk mentukan nilai reduksi rata-rata (*reduced mean*, Y_n) pada perhitungan nilai faktor frekuensi (K) untuk periode ulang T (tahun), dapat dilihat pada Tabel 1. dan untuk menentukan nilai selisih reduksi standard (*reduced standard deviation*, S_n) juga dapat dilihat pada tabel.

2.3 Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian kecocokan distribusi dapat dilakukan lebih sederhana dengan membandingkan probabilitas untuk semua varian, dari distribusi empiris dan teoritisnya akan terdapat perbedaan tertentu. Pada *Smirnov* dan *Kolmogorov* akan dihitung nilai D, yaitu perbedaan maksimum antara fungsi kumulatif sampel dan fungsi probabilitas kumulatif. Nilai D tersebut selanjutnya dibandingkan dengan nilai D_0 . Distribusi probabilitas akan diterima jika nilai D lebih kecil dari D_0

Urutan test ini adalah sebagai berikut :

1. Susun data curah hujan harian rerata tiap tahun dari kecil ke besar atau sebaliknya
2. Hitung probabilitas untuk masing-masing data hujan dengan persamaan Weibull sebagai berikut :

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

Di mana :

P = Probabilitas (%)

m = nomor urut data dari seri data yang telah disusun

n = banyak data

Berdasarkan Tabel 1 nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan nilai kritis (lihat Tabel 2). Apabila kritis, maka distribusi teoritisnya dapat diterima dan bila terjadi sebaliknya maka distribusi teoritisnya tidak dapat diterima.

Tabel 2. Nilai kritis D_0

N	Level of Significance (a)				
	20	15	10	5	1
1	0.9	0.925	0.95	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.829
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.734
5	0.446	0.474	0.51	0.563	0.669
6	0.41	0.436	0.47	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.4457	0.543
9	0.339	0.36	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.409	0.486
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.45
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.391
17	0.25	0.266	0.286	0.318	0.38
18	0.244	0.259	0.278	0.318	0.38
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.361
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.352
N > 50	$\frac{1.07}{N^{0.5}}$	$\frac{1.14}{N^{0.5}}$	$\frac{1.22}{N^{0.5}}$	$\frac{1.36}{N^{0.5}}$	$\frac{1.63}{N^{0.5}}$

Sumber : *Smirnov Kolmogorov*

2.4 Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode. Berikut ini adalah penjelasan dari metode rasional.

• Metode Rasional

Metode Rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan aliran curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase. Adapun asumsi Metode Rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q = 0,002778 C.I.A$$

Di mana :

Q = Debit dalam m^3/det

A = Luasan daerah aliran dalam Ha

I = Intensitas curah hujan dalam mm/jam, C = angka pengaliran.

Tabel 3. Koefisien Pengaliran (C)

No	Daerah	Koefisien Aliran (C)
1	Tanah dan daerah reaksi	0,20-0,30
2	Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/Ha)	0,20-0,40
3	Perumahan kerapatan sedang (20-60 rumah/Ha)	0,40-0,70
4	Perumahan rapat	0,70-0,80
5	Daerah industri	0,80-0,90
6	Daerah perniagaan	0,90-0,95

Sumber : Drainase perkotaan (Wesli, 2008).

Rumus di atas berlaku untuk daerah yang luas pengalirannya tidak lebih dari 80 Ha, sedangkan untuk daerah yang luas penyalirannya lebih besar dari 80 Ha, maka rumus rasional di atas harus dirubah menjadi :

$$Q = 0,00278.C.C_s.I.A$$

Di mana :

Q = Debit dalam m^3/det

A = Luasan daerah aliran dalam Ha

I = Intensitas curah hujan dalam mm/jam

C = Angka pengaliran,

C_s = Koefisien tampungan

$$C_s = \frac{2 T_c}{2T_c + T_d}$$

Di mana :

C_s = Koefisien tampungan

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

T_d = Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

2.5 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan dimensi saluran yang tepat memerlukan data intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air itu terkonsentrasi. Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam (Loebis, 1992).

Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek meliputi daerah yang tidak begitu luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas, jarang sekali dengan intensitas yang tinggi tetapi dapat berlangsung dengan durasi yang cukup panjang. Kombinasi dari intensitas curah hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit (Sudjawadi,1987).

Ada beberapa metode yang biasa digunakan dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah sebagai berikut :

- Metode Mononobe
- Metode Van Breen
- Metode Haspers dan Der Weduwen

Berdasarkan uraian diatas penulis hanya mengambil metode mononobe dan metode van breen untuk digunakan.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan dengan metode mononobe sebagai berikut :

• Metode Mononobe

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

Di mana :

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

t : Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

R_{24} : Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi)

Keterangan :

R_{24} , dapat diartikan sebagai curah hujan dalam 24 jam (mm/hari)

• Metode Van Breen

$$I = \frac{54R_T + 0,07R_T^2}{tc + 0,3R_T}$$

Di mana :

I_T : Intensitas curah hujan pada suatu periode ulang (T tahun)

R_T : Tinggi curah hujan pada periode ulang T tahun (mm/hari)

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Evaluasi Curah Hujan Rencana

Evaluasi curah hujan adalah evaluasi untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan, tahun ke n yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan area. Untuk

mendapatkan harga curah hujan areal dapat di hitung dengan metode rata-rata aljabar :

Tabel 4. Data curah hujan harian maksimum dari Buku Kecamatan Lubuk Pakam Dalam Angka 2010-2019

Tahun	Curah Hujan Hujan Maksimum (mm)
2010	73
2011	55
2012	75
2013	77
2014	85
2015	64
2016	67
2017	86
2018	76
2019	56
n =10 tahun	Total = 714

Sumber : Buku Kecamatan Lubuk Pakam Dalam Angka 2010-2019

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian dihitung pola distribusi sebarannya dengan menggunakan perhitungan evaluasi frekuensi. Distribusi sebaran yang akan di cari analisa frekuensi antara lain adalah distribusi gumbel, distriusi log normal, dan distribusi log person tipe III.

• Parameter Logaritma

Standart deviasi (σ)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - X_i)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{5,752}{9}} = 0,799$$

Koefisien skewness (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum(Y_i - X_i)^3}{(n - 1)(n - 2)\sigma^3} = \frac{10(-13,794)}{(9)(8)0,799^3} = -3,756$$

Pengukuran kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^4}{\sigma^4} = \frac{\frac{1}{10}(33,083)}{0,799^4} = 8,117$$

Koefisien variasi (C_v)

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{0,799}{71,4} = 0,011$$

3.2 Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam pemilihan distribusi tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Parameter pemilihan distribusi curah hujan

Jenis sebaran	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	Cs ≈ 0	-2,88	Tidak memenuhi
	Ck = 3	1,58	
Log Normal	Cs ≈ 3Cv + Cv ²	3Cv + Cv ²	Tidak memenuhi
	Cv ² = 3	= 0,011	
Gumbel	Ck = 5,383	0,799	Memenuhi
	Cs ≤ 1,1396	-2,88	
	Ck ≤ 5,4002	1,58	
Log pearson type III	Cs ≠ 0	-3,756	Memenuhi

Sumber: Hasil perhitungan

3.3 Uji Sebaran Smirnov Kolmogorov

Pada pengujian Smirnov Kolmogorov akan dihitung nilai D, yaitu perbedaan maksimum antara fungsi kumulatif sampel dan fungsi probabilitas kumulatif. Nilai D tersebut selanjutnya dibandingkan dengan nilai Do. Distribusi probabilitas akan diterima nilai D lebih kecil dari Do.

Nilai D yang didapatkan sebesar 0,202 dan lebih kecil dari Do = 0,409. Dengan tingkat kepercayaan 5% distribusi Log Pearson III dapat diterima.

Tabel 6. Hasil perhitungan curah hujan rencana metode Log Pearson type III

Periode Ulang (Tahun)	Faktor Frekuensi (K _r)	Log Xi	Sd	Log X	Hujan Rencana (mm)
2	0,116	1,84904	0,06800	1,85692	71,93164
5	0,857	1,84904	0,06800	1,90731	80,78114
10	1,183	1,84904	0,06800	1,92948	85,01195
25	1,488	1,84904	0,06800	1,95022	89,17025
50	1,663	1,84904	0,06800	1,96212	91,64736
100	1,806	1,84904	0,06800	1,97184	93,72166

Sumber : Hasil Perhitungan

3.4 Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase daerah Kecamatan Lubuk Pakam luasnya ± 31,19 Km² (3.119 Ha). Pada drainase kawasan Jalan. R. A. Kartini Lubuk Pakam, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,5 pada table 3. Berikut hasil perhitungan dengan menggunakan dua metode yang berbeda yaitu sebagai berikut :

- Metode Mononobe**

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂).

Diketahui data sebagai berikut:

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

L = Panjang Saluran = 450 m

$$S = 0,001$$

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 450^2}{1000 \times 0,001} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 104,64 \text{ jam}$$

$$I = \frac{71,93164}{24} \times \left[\frac{24}{104,64} \right]^{2/3}$$

$$I = 1,12301 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 2,5, an 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan intensitas curah hujan metode Mononobe

No	Periode	R24 (mm)	C	t _c (jam)	I (mm/jam)
1	2	71,93164	0,5	104,64	1,12301
2	5	80,78114	0,5	104,64	1,26117
3	10	85,01195	0,5	104,64	1,32723

Sumber : Hasil perhitungan

Luas *Cathment Area* drainase Kecamatan Lubuk Pakam adalah = 3,119 Ha

Koefisien pengaliran (C) = 0.5 → wilayah perumahan kerapatan sedang Tabel 3.

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,002778 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0,002778 \cdot 0,5 \cdot 1,12301 \cdot 3,119$$

$$Q = 0,00486 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 2,5 dan 10 tahun tersedia di dalam Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Q rencana metode Mononobe

No	Periode	L (m)	C	t _c (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	450	0,5	104,64	1,12301	3,119	0,00486
2	5	450	0,5	104,64	1,26117	3,119	0,00546
3	10	450	0,5	104,64	1,32723	3,119	0,00574

Sumber : Hasil perhitungan

- Metode Van Breen**

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂).

Diketahui data sebagai berikut:

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

$$L = \text{Panjang Saluran} = 450 \text{ m}$$

$$S = 0,001$$

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 450^2}{1000 \times 0,001} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 104,64 \text{ jam}$$

$$I = \frac{(54 \times 71,93164) + (0,07 \times (71,93164)^2)}{104,64 + (0,3 \times 71,93164)}$$

$$I = 33,64377 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 2,5, an 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan intensitas curah hujan metode Van Breen

No	Periode	R24 (mm)	C	t_c (jam)	I (mm/jam)
1	2	71,93164	0,5	104,64	33,64377
2	5	80,78114	0,5	104,64	37,39280
3	10	85,01195	0,5	104,64	39,16088

Sumber : Hasil perhitungan

Luas *Cathment Area* drainase Kecamatan Lubuk Pakam adalah = 3,119 Ha
Koefisien pengaliran (C) = 0.5 → wilayah perumahan kerapatan sedang Tabel 3. Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,002778 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0,002778 \cdot 0,5 \cdot 33,64377 \cdot 3,119$$

$$Q = 0,14575 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 2,5 dan 10 tahun tersedia di dalam Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Q rencana metode Van Breen

No	Periode	L (m)	C	t_c (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	450	0,5	104,64	33,64377	3,119	0,14575
2	5	450	0,5	104,64	37,39280	3,119	0,16199
3	10	450	0,5	104,64	39,16088	3,119	0,16965

Sumber : Hasil perhitungan

3.5 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

- Perhitungan Debit Saluran Sekunder Penampang Kanan

Dari data yang diperoleh dari hasil survey :

Penampang drainase sekunder kanan pada titik 1 (Trapesium)

$$B = 0,66 \text{ m}$$

$$H = 0,76 \text{ m}$$

$$S = 0,001$$

Dengan m dimisalkan 1

Luas Permukaan (A):

$$A = (B + mh) \times h$$

$$A = (0,66 + (1 \times 0,76)) \times 0,76$$

$$A = 1,0792 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 0,66 + (2 \times 0,76) \sqrt{1^2 + 1}$$

$$P = 2,81 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

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

$$R = \frac{1,0792}{2,81}$$

$$R = 0,3841 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien pengaliran manning untuk kondisi saluran pasangan batu = 0.025 dari tabel.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,3841^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,6684 \text{ m/det}$$

Jadi debit banjir saluran adalah

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,6684 \times 1,0792$$

$$Q = 0,7213 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Perhitungan Debit Saluran Sekunder Penampang Kanan

Dari data yang diperoleh dari hasil survey :

1. Penampang drainase sekunder kiri titik 1 (Persegi)

Dari data yang diperoleh dari hasil survey :

$$B = 0,88 \text{ m}$$

$$H = 0,75 \text{ m}$$

$$S = 0,001$$

Luas Permukaan (A):

$$A = (B \times H)$$

$$A = (0,88 \times 0,75)$$

$$A = 0,6600 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = B + 2H$$

$$P = 0,88 + 2 \cdot 0,75$$

$$P = 2,38 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

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

$$R = \frac{0,6600}{2,38}$$

$$R = 0,2773 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien pengaliran manning untuk kondisi saluran Batu = 0.025 dari tabel

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,2773^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,5379 \text{ m/det}$$

Jadi debit banjir saluran adalah

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,5379 \times 0,6600$$

$$Q = 0,3550 \text{ m}^3/\text{det}$$

IV. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan perbandingan Q Eksisting dan Q Rasional dengan metode Mononobe dan metode Van Breen pada saluran drainase di Jl. R.A. Kartini Kecamatan Lubuk Pakam dapat kita ketahui bahwa metode Mononobe layak digunakan karena dapat menampung debit curah hujan pada saluran drainase kanan maupun kiri pada periode 2, 5, dan 10 tahun.

Daftar Pustaka

- [1]. Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang, 2010, *Kecamatan Lubuk Pakam Dalam Angka 2010*, Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang, Deli Serdang
- [2]. C.D. Soemarto, 1987, *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional*, Surabaya.
- [3]. Fajar Priyo Hutomo, 2016, *Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota*, Surakarta.
- [4]. Hardjo Suprpto, M., 1998, *Drainase Perkotaan, Volume 2*, ITB, Bandung.
- [5]. Hasmar, Halim, 2002, *Drainase Terapan*, UII Press, Yogyakarta.
- [6]. Kadotie, R.J, 2003, *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- [7]. Linsley, R.K., 1986, *Hidrologi Untuk Insinyur*, Erlangga, Jakarta.
- [8]. Loebis, J., 1992, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [9]. Sudjarwadi, 1987, *Teknik Sumber Daya Air*, UGM-Press, Yogyakarta.
- [10]. Suhardjono, 2013, *Drainase Perkotaan*, Universitas Brawijaya, Malang.
- [11]. Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, ANDI, Yogyakarta.
- [12]. Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistic Jilid 1 dan 2*, Nova, Bandung.
- [13]. Triadmojo, B., 1993, *Hidrolika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- [14]. Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.