

SISTEM DRAINASE BERKELANJUTAN PADA KOMPLEK PERUMAHAN

Andung Yunianta^{1*}, Sigit Riswanto², dan Mamik Wantoro³

^{1*}Prodi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 11 Dok V Atas Jayapura Papua,
e-mail: andung.ay@gmail.com

² Prodi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 11 Dok V Atas, Jayapura Papua.
e-mail: sigitriswanto2015@gmail.com

³Prodi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 11 Dok V Atas, Jayapura Papua.
e-mail: mam_wanto@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sistem drainase berkelanjutan merupakan sistem drainase yang terus dikembangkan di Indonesia guna pengelolaan air hujan dan air limpasan yang ada di wilayah perkotaan. Sistem drainase ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas air dan pengendalian kuantitas air yang berlebihan. Kota Jayapura merupakan ibukota Propinsi Papua dan kota yang sedang mengalami pertumbuhan menuju kota metropolitan yang ada di kawasan Indonesia Timur. Kawasan perumahan merupakan kawasan yang sedang mengalami pengembangan, sehingga perlu perhatian terkait dengan pengelolaan air limpasan dari air hujan supaya tidak menimbulkan genangan atau bahkan banjir. Metode analisis hidrologi yang digunakan adalah metode rasional guna menentukan intensitas curah hujan dan perhitungan debit banjir yang terjadi. Analisis hidrolika dipakai untuk menentukan dimensi dan kapasitas saluran drainase pada kawasan perumahan di Kota Jayapura. Bentuk sistem drainase berkelanjutan yang dipakai adalah mengumpulkan aliran permukaan pada kawasan perumahan dengan menggunakan sumur resapan sebagai tampungan akhir. Hasil yang didapatkan adalah menciptakan kondisi perumahan dengan sistem drainase curah hujan yang berwawasan lingkungan.

Kata kunci: Drainase, Berkelanjutan, Perumahan

1. PENDAHULUAN

Sistem drainase berkelanjutan merupakan sistem drainase yang terus dikembangkan di Indonesia guna pengelolaan air hujan dan air limpasan yang ada di wilayah perkotaan. Sistem drainase ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas air dan pengendalian kuantitas air yang berlebihan. Kota Jayapura merupakan ibukota Propinsi Papua dan kota yang sedang mengalami pertumbuhan menuju kota metropolitan yang ada di kawasan Indonesia Timur. Kawasan perumahan merupakan kawasan yang sedang mengalami pengembangan, sehingga perlu perhatian terkait dengan pengelolaan air limpasan dari air hujan supaya tidak menimbulkan genangan atau bahkan banjir. Topografi Kota Jayapura yang berbukit sehingga aliran permukaan akibat curah hujan dapat mengakibatkan terjadinya erosi dan membebani daerah di hilir yang merupakan daerah dataran.

Sistem drainase berkelanjutan untuk wilayah perkotaan dipahami sebagai teknik hijau dan solusi desain yang menggunakan proses alami dari aliran permukaan akibat curah hujan, sistem terpadu dalam mengelola limpasan air hujan, langkah-langkah manajemen air hujan dan pengelolaan air pada areal publik, efisiensi dan kemudahan pemeliharaan (European Regional Development Fund, 2013). Filosofi sistem drainase perkotaan berkelanjutan bertujuan mencegah masalah yang timbul akibat aliran permukaan dan aliran limbah akibat pembangunan dengan konsep mengumpulkan, membersihkan, dan menyimpan air sebelum melepaskannya ke lingkungan yang alami. (Robert Bray Associate Ltd, 2013).

Sumur Resapan, untuk meningkatkan resapan air hujan ke dalam tanah pada areal terbuka, lapangan olahraga, tempat parkir, dan pekarangan. Desain sumur resapan ini dibuat agar sedimen dari areal sekitar tidak terbawa masuk kedalam sumur resapan karena dapat menurunkan efektivitas resapan dan meningkatkan biaya pemeliharannya. Pada sumur resapan dibuat konstruksi bak kontrol sedimen untuk mengendapkan sedimen sebelum air hujan masuk ke dalam sumur. Sumur resapan juga dapat didesain sebagai drainase jalan raya.

Perumahan Kotaraja Grand di Kota Jayapura merupakan kawasan dengan topografi datar dan merupakan wilayah yang sering bermasalah dengan saluran drainase dan kapasitas saluran yang tidak mampu menampung debit limpasan dan menimbulkan genangan atau bahkan banjir. Penerapan sistem drainase yang berkelanjutan (*Sustainable Drainage System*) dengan model resapan dan biorentensi perlu dilakukan untuk mendapatkan peningkatan kuantitas dan kualitas air tanah. Penelitian ini bertujuan menganalisis sistem drainase pada perumahan Kotaraja Grand dan penerapan sistem drainase resapan dan biorentensi untuk peningkatan kuantitas dan kualitas air tanah.

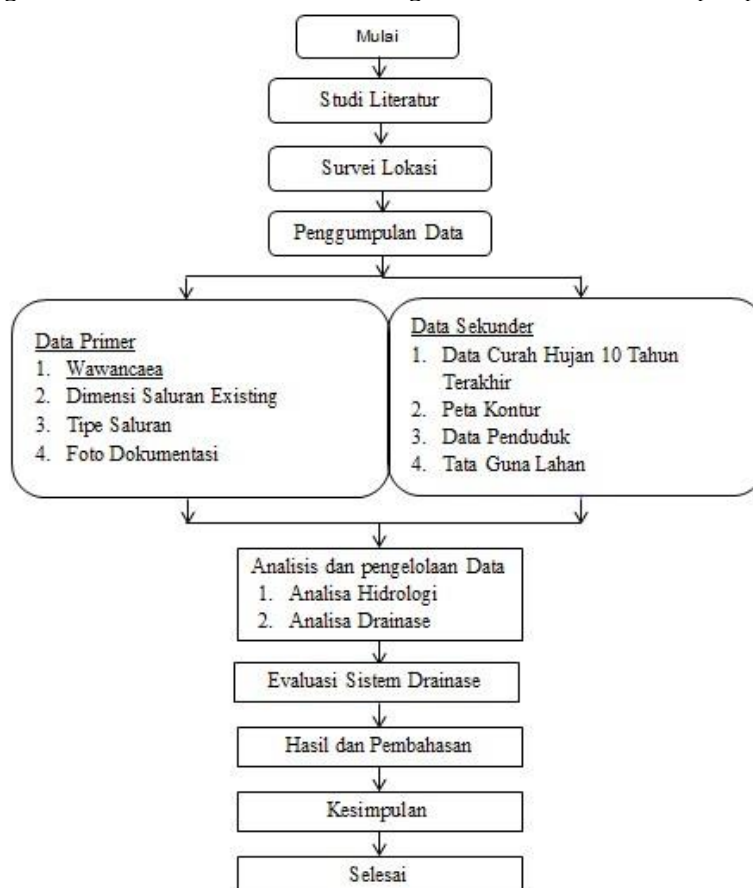
Gambaran umum lokasi perumahan Kotaraja Grand yang ada di Distrik Abepura, Kota Jayapura, Propinsi Papua seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. METODOLOGI

Bagan alir dalam penelitian ini menunjukkan langkah-langkah dalam penelitian yang dilakukan mulai dari pengumpulan data, analisis, pembahasan, dan kesimpulan hasil penelitian, terlihat pada Gambar 2. Menurut Subarkah (1980) drainase merupakan uraian hidrologi yang memiliki peran penting dalam membuat persiapan saluran irigasi serta perencanaan saluran drainase. Aspek hidrologi yang perlu dipelajari adalah siklus hidrologi merupakan sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Infiltrasi merupakan aliran air di tanah melalui permukaan tanah (Suripin, 2004). Air permukaan tanah yakni badan air di dasar permukaan yang terkonsentrasi oleh sumur, terowongan, sistem drainase atau pompa.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Metode yang dipakai untuk menentukan curah hujan rerata di daerah menggunakan teknik rerata Aljabar, dipakai dengan mengambil nilai rerata perhitungan penilaian curah hujan di stasiun curah hujan di daerah tersebut :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)$$

dimana :

R = tinggi curah hujan rata

RA,Rb,...Rn= tinggi curah hujan pos penekaran 1,2,...n

N = banyak pos penakar

Distribusi frekuensi adalah untuk memperoleh distribusi frekuensi yang cocok untuk data yang ada untuk perhitungan curah hujan, analisa frekuensi yang digunakan dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 1 Kriteria Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi	Kriteria		
Normal	Cs	=	0
	Ck	=	3
Log Norma	Cs	=	0
	Ck	>	3(cv)
Gumbel	Cs	=	1.1396
	Ck	=	5.4002
Log person III	Tidak sama dengan distribusi lain, Cs ≠ 0		

Uji Kesesuaian distribusi untuk memahami apakah suatu data cocok dengan macam sebaran teoritis yang dipilih, lalu setelah penggambarannya pada probabilitas harus memenuhi percobaan lebih lanjut. percobaan ini dilakukan dengan dua jenis yaitu :

- data curah hujan maksimum rerata pertahun dikumpulkan dari besar ke kecil
- hitung probabilitas menggunakan rumus Weibull

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

Dimana

P : probabilitas (%)

m : nomor urut data dari seri yang telah diurutkan

n : banyaknya data

Uji Chi Kuadrat menurut (Soemarto, 1987) uji ini dipakai untuk mencoba simpangan secara vertical yang ditentukan oleh rumus sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Dimana

χ^2 : Harga Chi-square

f_e : Frekuensi teoritis kelas j

f_o : frekuensi pengamatan kelas

Uji Smirnov-Kolmogorov dikerjakan dengan mengambarkan peluang dari masing-masing pangkat, suatu distribusi teoritis yang disebut distribusi empiris. dengan Δ_{maks} yang berupa persamaan data ditulis sebagai berikut :

$$\Delta_{maks} = F_n - F$$

Δ_{maks} = selisih antara peluang empiris dan peluang teoritis

Δ_{maks} = simpangan Kritis

Pe = Peluang empiris

Pt = peluang teoritis

Intensitas curah hujan ialah ketinggian curah hujan yang terjadi selama waktu air dapat terkonsentrasi. Rumus perhitungan intensitas dari mononobe yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{T_c} \cdot \left(\frac{T_c}{24} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana

I = intensitas hujan rerata dalam T jam (mm/jam)

R₂₄ = curah hujan efektif 1 hari (mm)

T_c = waktu konsentrasi (jam)

Koefisien limpasan merupakan suatu perbedaan antara luas daerah hujan yang membuat sebuah limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi.

Dalam hitungan debit banjir rencana (Q_r) memakai Metode Rasional dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_r = 0.2778 \times C \times I \times A$$

Dimana

Q_r = debit rencana dengan masa ulang T tahun (m³/det)

C = koefisien limpasan

I = intensitas daerah pengaliran (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Km²)

Dimana debit banjir limpasan air hujan dalam suatu daerah harus cepat di alirkan supaya tidak menimbulkan genang di kawasan tersebut, sehingga dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang mampu menampung dan mengalirkan air limpasan agar tidak terjadinya genangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Data curah hujan untuk penelitian ini dipakai data curah hujan bulanan dari 1 stasiun pencatatan curah hujan dengan kurun waktu 10 tahun terakhir pada tahun 2012 hingga 2021, data tersebut dapat dari stasiun Meteorologi Dok II Jayapura dikarenakan area penelitian ini masuk dalam area curah hujan distasiun Meteorologi Dok II jayapura. Untuk memilih distribusi frekuensi curah hujan maka diperoleh menggunakan berbagai cara analisis distribusi curah hujan. Sesudah mendapatkan hasil data curah hujan rerata maksimum tersebut, maka kemudian data harus diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil seperti dalam pada table dibawah ini

Tabel 2 nila rata -rata curah hujan maks

no	curah
1	82.717
2	81.208
3	78.775
4	78.100
5	71.958
6	67.892
7	65.108
8	61.325
9	54.442
10	50.392

Perhitungan distribusi normal membutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Distribusi Normal

No.	X _i	X _i - $\bar{X}$	(X _i - $\bar{X}$) ²	(X _i - $\bar{X}$) ³	(X _i - $\bar{X}$) ⁴
1	82.717	13.53	183	2474.069	33461.784
2	81.208	12.02	144	1735.210	20851.440
3	78.775	9.58	92	880.136	8434.637
4	78.100	8.91	79	706.951	6297.756
5	71.958	2.77	8	21.177	58.591
6	67.892	-1.30	2	-2.197	2.856
7	65.108	-4.08	17	-68.084	278.009
8	61.325	-7.87	62	-486.824	3829.684
9	54.442	-14.75	218	-3209.047	47333.441
10	50.392	-18.80	353	-6644.672	124919.834
jumlah	691.92	0.00	1157	-4593.2806	245468.0326
$\bar{X}$	69.192				
S	11.340				

1. Nilai Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{691.92}{10} = 69.192$$

2. Menghitung standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1157}{10 - 1}} = 11.340 \text{ mm}$$

3. Menghitung koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{11.340}{69.192} = 0.163$$

4. Koefisien Skweness

$$S_k = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{n \cdot S^3} = \frac{10 \times (-4593.281)}{10 \times 11.340^3} = -0.11$$

$$\diamond\diamond = -0.437$$

5. koefisien kurtosis

$$= \frac{10^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot 10^4} = \frac{10^2 \cdot 245468}{03 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 11.340^4} = 2.945$$

Dari analisa ketiga besaran statistik diatas tidak mendekati ciri – ciri distribusi pada tabel 4 , maka distribusi yang didapatkan di gunakan adalah distribusi log person III.

Tabel 4. Pemilihan Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Jenis Distribusi	Kriteria			hasil perhitungan			Keterangan
Normal	Cs	=	0	Cs	=	-0.437	Tidak memenuhi
	Ck	=	3	Ck	=	2.945	Tidak memenuhi
Log Norma	Cs	=	0	Cs	=	-0.517	Tidak memenuhi
	Ck	=	3(cv)	Ck	=	2.69	Tidak memenuhi
Gumbel	Cs	=	1.1396	Cs	=	-0.437	Tidak memenuhi
	Ck	=	5.4002	Ck	=	2.945	Tidak memenuhi
Log person III	tak sama dengan distribusi lain, Cs :			=	=	-0.65	memenuhi

Untuk perhitungan distribusi Log person III , perlu sebgaiian ukuran ialah curah hujan rata-rata (X) , standar deviasi (S), dan nilai kemencengan (Cs) dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 5. perhitungan distribusi Log nperson III

No	Xi	log Xi	(Log Xi - Log $\bar{X}$) ²	(Log Xi - Log $\bar{X}$) ³	(Log Xi - Log $\bar{X}$) ⁴
1	82.717	1.918	0.00691	0.000574344	0.0000477
2	81.208	1.910	0.00564	0.000424091	0.00003186
3	78.775	1.896	0.00383	0.000237394	0.00001470
4	78.100	1.893	0.00339	0.000196950	0.00001146
5	71.958	1.857	0.00051	0.000011561	0.00000026
6	67.892	1.832	0.00001	-0.000000019	0.00000000
7	65.108	1.814	0.00043	-0.000009042	0.00000019
8	61.325	1.788	0.00219	-0.000102713	0.00000481
9	54.442	1.736	0.00971	-0.000956780	0.00009428
10	50.392	1.702	0.01745	-0.002305763	0.00030462
jumlah log	18.345		0.05008	-0.001929977	0.0005
log rata - rata	1.834				

1. Nilai Rerata curah hujan (log X)

$$\log X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{18.345}{10}$$

$$= 1.834$$

2. menghitung Standar Deviasi

$$\sqrt{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.05008}{10-1}} = 0.075$$

$$= 0.075 \text{ mm}$$

3. Menghitung Koefisien Variasi (Cv)

$$\frac{0.075}{1.834} = 0.041$$

4. Koefisien Kemencengan (G)

$$= \frac{10 \cdot x - 0.00193}{9 \cdot 8 \cdot x \cdot 0.075^3} = -0.65$$

5. Koefisien kurtosis (Ck)

$$= \frac{10^2 \cdot x \cdot 0.0005}{9 \cdot 8 \cdot x \cdot 0.075^4} = 1.706$$

Dimana nilai kemencengan (G) adalah -0,65, sehingga didapatkan nilai K pada tabel untuk periode ulang T bisa dicari menggunakan Hasil interpolasi.

Tabel 6. koefisien G dengan nilai K

no	periode ulang (T)	G	Kt
1	1.01	-0.65	-2.786
2	2	-0.65	0.107
3	3	-0.65	0.86
4	10	-0.65	1.19
5	25	-0.65	1.52
6	50	-0.65	1.69
7	100	-0.65	1.733

Tahap selanjutnya menghitung frekuensi curah hujan dengan rumus Log Pearson III :

$$\log X_t = \log X_i + K_t \cdot S \log X$$

$$\log X_t = 10^{X_t}$$

Tabel 7. curah hujan rencana periode ulang distribusi Log Person III

No.	Periode Ulang (Tahun)	Log X	Kt	S Log X	Xt	log Xt
1	2	1.834	0.107	0.075	1.842	69.569
2	5	1.834	0.857	0.075	1.898	79.137
3	10	1.834	1.192	0.075	1.923	83.831
4	25	1.834	1.519	0.075	1.948	88.669
5	50	1.834	1.694	0.075	1.961	91.376
6	100	1.834	1.846	0.075	1.972	93.800

(sumber : perhitungan)

untuk hitungan pada periode ulang 2 tahun sebagai berikut :

$$X_t = \log X_i + K_t \times S \log X$$

$$X_t = 1.834 + (0.107 \times 0.075)$$

$$X_t = 1.842$$

Untuk Log Xt yaitu

$$\log X_t = 10^{X_t}$$

$$\log X_t = 10^{1.842}$$

$$\log X_t = 69.572$$

Uji kecocokan Frekuensi

Untuk menguji Chi kuadrat di dapatkan jumlah Data (n) = 10 dan untuk tingkat kesalahan di ambil nilai sebesar 5%

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

1. perhitungan jumlah kelas (k)

$$K = 3.3 \log (n)$$

$$K = 3.3 \log (10)$$

$$K = 4.3 \text{ atau } 4$$

2. Menghitung Dk (derajat kebebasan)

$$Dk = k - (2 + 1)$$

$$Dk = 4 - (2 + 1)$$

$$Dk = 1$$

3. Menghitung jumlah nilai Teoritis (Ei)

$$E_i = \frac{n}{k}$$

$$E_i = \frac{10}{4} = 2.5$$

$$= \text{kan lebar kelas interval dengan rumus}$$

4. Me

netu

$$\Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{k}$$

$$\Delta X = \frac{82.7 - 50}{4 - 1} = 10.775$$

5. $\sum_{i=1}^k f_o = \sum_{i=1}^k f_e$

$$= -50.4 - 10.755 = 45.004$$

Tabel 8. Nilai Chi Kuadrat pada distribusi log person III

Jumlah kelas	nilai batas tiap kelas			O _i	E _i	(O _i - E _i) ²	(O _i - E _i) ² /E _i
1	49.98	<	58.90	2	2.5	0.25	0.1
2	58.90	<	67.83	2	2.5	0.25	0.1
3	67.83	<	76.75	2	2.5	0.25	0.1
4	58.90	<	85.67	4	2.5	2.25	0.9
jumlah				10	10.0	X ² _h =	1.2

(sumber : perhitungan)

Hasil perhitungan di dapatkan uji chi-kuadrat didapatkan sebesar 1.2 , sedangkan nilai chi kuadrat table (α)= 5% dengan nilai (DK) = 1 adalah 3.841 (Tabel Chi kuadrat). sehingga X²_h yang di dapatkan dalam perhitungan Tabel yaitu 1.2 < 3.841 maka pengujian distribusi kesesuaian log person II di terima.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov

No	X _i	urutan Max - Min	P (X _i)	f (t)	Luas Grafik Tabel Z	P' (x _i)	ΔP
1	54.4	82.7	0.09	1.19	0.88	0.117	0.026
2	82.7	81.2	0.18	1.06	0.86	0.145	0.037
3	81.2	78.8	0.27	0.85	0.80	0.198	0.075
4	67.9	78.1	0.36	0.79	0.79	0.215	0.149
5	78.1	72.0	0.45	0.24	0.59	0.405	0.049
6	61.3	67.9	0.55	-0.11	0.46	0.544	0.002
7	78.8	65.1	0.64	-0.36	0.36	0.641	0.004
8	72.0	61.3	0.73	-0.69	0.25	0.746	0.019
9	50.4	54.4	0.82	-1.30	0.09	0.913	0.095
10	65.1	50.4	0.91	-1.66	0.05	0.952	0.042
jumlah		691.92	5.0				
X _{tr}		69.19	0.5				
S		11.340	0.275				
Max ΔP		0.149					

Dari hasil perhitungan di dapatkan nilai ΔP kritis hasil perhitungan Yaitu : 0.149 . untuk nilai n = 10, α =5% dan dari table Kritis Smirnov-Kolmogorov di dapatkan Nilai = 0.41. jadi ΔP max (0.149) < ΔP kritis sebesar 0.41, sehingga nilai ΔP_{max} nya lebih rendah dari ΔP kritis sehingga distbusi yang di gunakan dapat di terima.

Untuk menganalisis waktu konsentrasi dan intensitas hujan, maka dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe yaitu:

$$\text{Dimana } I_c = \frac{I_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

I_c = Intensitas Curah Hujan (mm)

I_{24} = Curah Hujan Maksimum dalam 1 hari

t_c = Lama curah hujan (jam)

Tabel 10. Intensitas Curah Hujan Distribusi Log Person III

periode ulang	intensitas (mm) 24 jam
2	69.569
5	79.137
10	83.831
25	88.669
50	91.376
100	93.800

Contoh perhitungan Intensitas Curah Hujan Rumus Mononobe dengan R₂₄ = 69.192 dan untuk nilai t_c =30 menit (0.5 jam), 1 jam dan 24 jam Untuk perhitungannya sebagai berikut :

1. jangka waku 30 menit (0.5 jam)

$$I_c = \frac{69}{569} \times \left(\frac{24}{0.5} \right)^{2/3} = 0.22 \text{ mm/kt}$$

2. Jangka waktu 1 jam

$$I_c = \frac{69}{569} \times \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3} = 0.34 \text{ mm/kt}$$

3. Jangka waktu 24 jam

$$\frac{69}{569} \times \left(\frac{24}{124} \right)^{2/3} = 2.90 \frac{10}{100} / \frac{10}{100}$$

24 124
Tabel 11 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dengan Periode Ulang Tertentu

no	Periode Ulang	Intensitas Hujan (mm)	Waktu Jam						Satuan
			0.5	1	4	8	16	24	
1	2	69,569	0.217	0.345	0.873	1.388	2.209	2.899	mm ³ /jam
2	5	79.137	0.246	0.392	0.993	1.579	2.513	3.297	mm ³ /jam
3	10	83.831	0.261	0.415	1.052	1.673	2.662	3.493	mm ³ /jam
4	25	88.669	0.276	0.439	1.112	1.770	2.816	3.695	mm ³ /jam
5	50	91.376	0.285	0.453	1.146	1.824	2.902	3.807	mm ³ /jam
6	100	93.800	0.292	0.465	1.177	1.872	2.979	3.908	mm ³ /jam

Perhitungan debit banjir rencana di dapatkan Luas Daerah Perumahan Kotaraja Grand yaitu 73749.609 m² dimana Nilai Koefisien Limpasan Yaitu 0.75.

Untuk menghitung debit banjir rencana (Qr) diaman menggunakan metode rasional dan memakai kala ulang 5 tahun terakhir.

$$Q_r = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$$

Di ke
tahui

Luas Daerah (A) aliran = 0.0737 Km²

Koefisien Limpasan = 0.75

Intensitas hujan periode ulang 5

Rumus Van Been = $\frac{90\% \times I}{4}$

Contoh untuk Perhitungan Intensitas Periode ulang 5 tahun menggunakan Rumus Van Been :

$$\frac{90\% \times I}{4} = \frac{90\% \times 78.718}{4}$$

$$= 17.711$$

Di Tanya nilai Qr untuk Periode Kala ulang 5 ?

$$Q_r = \frac{1}{3.6} \times 0.75 \times 17.711 \times 0.0737$$

m³/det

$$Q_r = 0.272$$

Dimana

Qr = debit limpasan Maksimum (m³/det)

C = koefisien limpasan

I = intensitas curah hujan (mm/det)

A = luas daerah tangkapan hujan (km²)

Penampang drainase yang ada di catchment area perumahan kotaraja grand mempunyai bentuk saluran dengan penampang segiempat. Dengan kedalaman (h) 0.40 m, lebar (b) 0.45m dan kemiringan 0.005.

Di ketahui saluran Drainase pada perumahan Kotaraja grand yaitu

Kedalaman saluran (h) = 0.40 m

Lebar Saluran (b) = 0.47 m

Kemiringan (So) = 0.005

Kekasaran manningn (n) =0.014

Di Tanya nilai Qs.....?

1. luas penampang Basah

$$A = b \times h$$

$$A = 0.40 \times 0.47$$

$$A = 0.188$$

$$m^2$$

2. keliling penampang basah

$$P = b + 2h$$

$$P = 0.47 + 2 \times 0.40$$

$$P = 1.27$$

$$m$$

3. jari-jari hidraulik

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

$$R = \frac{0.188}{1.27}$$

Aliran

$$\begin{matrix} 2 \\ = \\ 0 \\ . \\ 1 \\ 5 \\ \diamond \end{matrix}$$

$$V = \diamond x^1 \diamond^3 x \diamond \diamond^2$$

$$V = \frac{1}{0.014} x 0.15^3 x 0.005z^1$$

$$V = 71.249 x 0.280 x 0.071$$

$$V = 1.413 \text{ m/det}$$

5. Debit aliran Saluran (Qs)

$$Q_s = V \times A$$

$$Q_s = 0.188 \times 1.413$$

$$Q_s = 0.2657 \text{ m}^3/\text{det}$$

Evaluasi saluran drainase yaitu perbaikan penampang saluran dilakukan untuk mencegah terjadinya genangan akibat saluran yang tidak mampu menampung debit yang mengalir. Dalam Evaluasi dimensi saluran drainase, penulis dapat memberikan beberapa pilihan yang diambil setelah dapat dilihat dilapangan, dimensi saluran diperbesar namun tipe saluran direncanakan ulang. Bentuk penampang Saluran Terbuka = Segiempat, Debit Rencana (Q) = 0.272 m³/det, Kekasaran manning (n) = 0.016 (Beton : halus, sambung baik dan rata), Kemiringan = 0.005.

Sehingga:

$$\text{Luas Penampang basah (A)} = B \times H$$

$$\text{Keliling Penampang (P)} = B + 2H$$

$$\text{Jari-jari Hidraulik (R)} = \frac{A}{P} = \frac{B \times H}{B + 2H}$$

Dengan menggunakan Rumus Manning maka :

$$Q = A \times V$$

$$Q = \left(\frac{1}{n} \right) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dengan Q = 0.272 m³/det, n = 0.014 dan S_o = 0.005

$$\frac{0.272}{H} = \left(\frac{1}{0.016} \right) \times \left(\frac{H}{B + 2H} \right)^{2/3} \times (0.005)^{1/2}$$

$$H = 0.42 \text{ m}$$

Untuk mencari nilai B dari rumus debit

$$V = \left(\frac{1}{n} \right) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{1}{0.016} \right) \times \left(\frac{0.42}{B + 2 \times 0.42} \right)^{2/3} \times (0.005)^{1/2}$$

$$V = 1.561 \text{ m/det}$$

$$Q = A \times V$$

$$0.272 = (B \times 0.42 \text{ m}) \times 1.561 \text{ m/det}$$

$$B \times 0.42 = \frac{0.272}{1.561} = 0.174$$

$$B = \frac{0.174}{0.42} = 0.42 \text{ m}$$

Menghitung tinggi jagaan

$$W = \sqrt{0.5 \times H}$$

$$W = 0.707 \times H$$

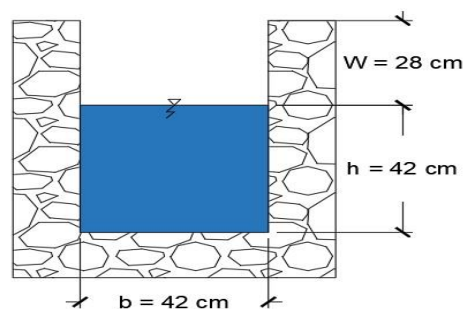
$$W = 0.707 \times 0.40$$

$$W = 0.28 \text{ m}$$

Debit aliran Qs

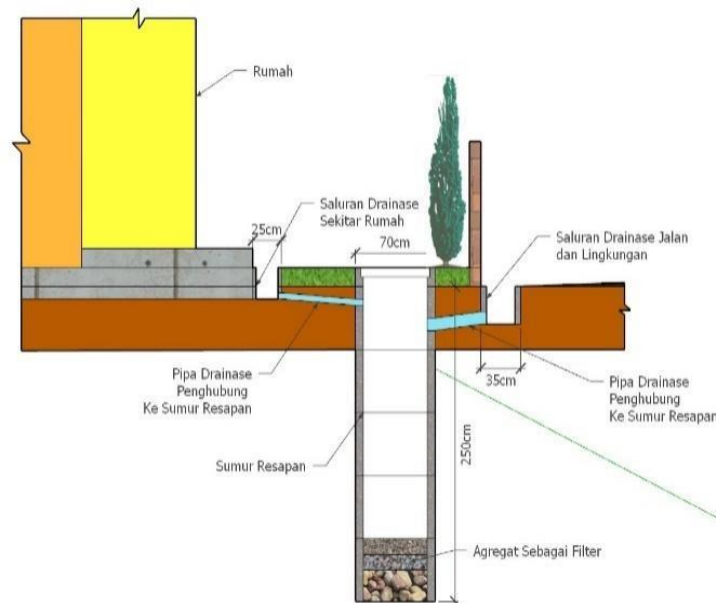
$$A \times V = 0.1764 \times 1.561 = 0.28 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil perhitungan evaluasi sistem saluran drainase dimana didapatkan nilai hasil debit aliran (Qs) saluran drainase sebesar 0.28 m³/det, untuk debit rencana (Qs) 0.27 m³/det sehingga evaluasi dimensi saluran bisa menampung debit rencana agar tidak terjadinya genangan pada sistem saluran drainase kawasan perumahan kotaraja grand.



Gambar 2. Tampang saluran Drainase

Sistem drainase berkelanjutan yang diterapkan pada perumahan di Kota Jayapura ini menggunakan sistem sumur resapan sebagai tempungan akhir. Dengan demikian semua aliran permukaan yang terjadi pada kawasan perumahan ini terkumpul pada sumur resapan. Pembuatan sumur resapan ditempatkan di halaman rumah pada setiap rumah. Penempatan sumur resapan terlihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3: Penempatan Sumur Resapan

4. KESIMPULAN

Kawasan perumahan yang merupakan kawasan tempat tinggal yang sangat penting bagi kehidupan manusia sehingga perlu diciptakan hunian yang nyaman untuk tinggal dan bebas dari genangan air akibat aliran permukaan dari curah hujan. Sistem drainase yang cocok ditempatkan pada perumahan adalah sistem drainase yang berkelanjutan dengan penempatan sumur resapan sebagai tampungan air, dan peningkatan kuantitas air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abi Aad, M. P., Suidan, M. T., & Shuster, W. D. (2010). Modeling techniques of best management practices: Rain barrels and rain gardens using EPA SWMM-5. *Journal of Hydrologic Engineering*, 15(6), 434–443. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000136](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000136)
- Bisht, D. S., Chatterjee, C., Kalakoti, S., Upadhyay, P., Sahoo, M., & Panda, A. (2016). Modeling urban floods and drainage using SWMM and MIKE URBAN: a case study. *Natural Hazards*, 84(2), 749–776. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2455-1>
- Carbone, M., Brunetti, G., & Piro, P. (2014). *Hydrological Performance of a Permeable Pavement in Mediterranean Climate*. (June). <https://doi.org/10.5593/SGEM2014/B31/S12.050>
- Golio, M. (2001). SUDS For Roads. *Engineering*, 20001220, 1347. <https://doi.org/10.1201/9781420036763>
- Guo, J. C. Y. (2009). Preservation Of Watershed Regime For Low Impact Development. *Hydrologic Engineering*, (January), 1–8.
- Guo, R., & Guo, Y. (2018). Analytical Equations for Use in the Planning of Infiltration Facilities. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 4(2), 1–10. <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.0000849>.
- Hein, D. K., Swan, D. ., & Schaus, L. (2010). Structural and Hydrological Design of Permeable Pavement. *Conference of The Transportation Association of Canada*.
- Hendratta, L. A. (2014). Optimalisasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Sebagai Alternatif Penanganan Masalah Genangan Air. *Tekno Sipil*, 12(61), 9–24.
- Kanso, T., Tedoldi, D., Gromaire, M. C., Ramier, D., Saad, M., & Chebbo, G. (2018). Horizontal and vertical variability of soil hydraulic properties in roadside sustainable drainage systems (SuDS)-nature and implications for hydrological performance evaluation. *Water (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/w10080987>
- Miguez, M. G., Bahiense, J. M., Rezende, O. M., & Veról, A. P. (2012). *New urban developments: flood control and LID—a sustainable approach for urban drainage systems*. 155, 469–480. <https://doi.org/10.2495/SC120391>
- Miguez, M. G., Bahiense, J. M., Rezende, O. M., & Veról, A. P. (2014). Sustainable urban drainage approach, focusing on lid techniques, applied to the design of new housing subdivisions in the context of a growing city. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 9(4), 538–552. <https://doi.org/10.2495/SDP-V9-N4-538-552>
- Mrowiec, M. (2016). Road Runoff Management Using Improved Infiltration Ponds. *Transportation*

- Research Procedia*, 14, 2659–2667. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.435>
- Owuama, C. O. (2014). Sustainable Drainage System for Road Networking. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 5(2). <https://doi.org/10.7763/ijimt.2014.v5.491>
- Parkinson, J., & Mark, O. (2005). *Urban Stormwater Management in Developing Countries* (p. 240). p. 240.
- Rizzo, A., Bresciani, R., Masi, F., Boano, F., Revelli, R., & Ridolfi, L. (2018). Flood reduction as an ecosystem service of constructed wetlands for combined sewer overflow. *Journal of Hydrology*, 560, 150–159. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.03.020>
- Rossman, L. A. (2010). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0*.
- Rudiono, J. (2018). Priority Scale of Drainage Rehabilitation of Cilacap City. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 333(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/333/1/012111>
- Smith, D. R. (2006). *Permeable Interlocking Concrete Pavement*.
- Wang, J., Forman, B. A., & Davis, A. P. (2018). Probabilistic stormwater runoff and water quality modeling of a highway in suburban Maryland. *Journal of Hydrologic Engineering*, 23(2), 1–12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001600](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001600)
- Yunianta, A., Suripin, & Setiadji, B. H. (2018). Sustainable Road Drainage System : Experimental Model. *Matec Web of Conferences*.
- Yunianta, A., Suripin, & Setiadji, B. H. (2019). *Design of Sustainable Road Drainage System Model*. 1(1), 35–45. <https://doi.org/10.35793/jseps.v1i1.5>
- Zhou, Q. (2014). A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. *Water*, 6(4), 976–992. <https://doi.org/10.3390/w6040976>