

JUTEKS - JURNAL TEKNIK SIPIL
E-ISSN: 2621-9786 | P-ISSN: 2527-5496 | DOI prefix: 10.32511

Studi Perencanaan Sumur Resapan Untuk Menanggulangi Banjir Di Kelurahan Oesapa Kota Kupang

Jonathan Adoe¹, I Made Udiana¹, Dantje A.T Sina¹
¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang,

*Penulis korespondensi (johnadoekyt@gmail.com)

Abstract

Infiltration wells for yard land function as a place to collect rainwater that falls from the roof of the house, then the rainwater will be absorbed into the soil slowly. This research aims to minimize the inundation that occurs on Timor Raya KM. 9 to KM. In this study using the last 20 years of rainfall data from the Tarus rain post station, the calculation of rainfall intensity using the Rational method with a daily rainfall amount of 41.1294 mm. From the calculation of the discharge plan is greater than the discharge of the existing drainage channel which is 1.2753 m³ / s > 1.0608 m³ / s, soil samples at the study site were taken for permeability tests in the laboratory. Based on the test, the soil permeability coefficient (K) is 5.78 x 10⁻⁴ cm/sec. Based on the data that has been analyzed using the SNI-03-2453-2002 method, the dimensions of the infiltration wells are obtained in the form of a circle with a diameter of 1.40 m and the depth of the infiltration well is by the volume of different floods from each roof of the house. The calculation results obtained 130 infiltration wells for 130 houses with varying depths, namely depths of 1 m to 13 m. Because the calculation results obtained a depth of > 2.00 m, infiltration wells will be built starting from a depth of 1.00 m - 2.00 m until the depth is met. The planned flood discharge that occurs is 1.2753 m³ / s after the infiltration well is reduced to 1.0533 m³ / s, so it can reduce flooding by 17.30%.

Keywords: *Infiltration Wells, Flood, Planning, Discharge, Permeability*

Abstrak

Sumur resapan untuk lahan pekarangan berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh dari atap rumah, kemudian air hujan tersebut akan diserap ke dalam tanah secara perlahan. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir genangan yang terjadi pada jalan Timor Raya KM. 9 sampai KM. 10. Dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan 20 Tahun terakhir dari stasiun pos hujan Tarus, Perhitungan Intensitas curah hujan menggunakan metode Rasional dengan besar curah hujan harian 41,1294 mm. Dari hasil perhitungan debit rencana lebih besar dari debit saluran drainase eksisting yaitu sebesar 1,2753 m³/dtk > 1,0608 m³/dtk, Sampel tanah pada lokasi studi diambil untuk uji permeabilitas di Laboratorium. Berdasarkan pengujian tersebut diperoleh koefisien permeabilitas tanah (K) adalah 5,78 x 10⁻⁴ cm/detik. Berdasarkan data yang telah dianalisis menggunakan Metode SNI-03-2453-2002, diperoleh dimensi sumur resapan berbentuk lingkaran dengan diameter 1,40 m dan kedalaman sumur resapan sesuai dengan volume andil banjir yang berbeda-beda dari setiap atap rumah. Hasil perhitungan diperoleh 130 buah sumur resapan untuk 130 rumah dengan kedalaman yang bervariasi. yaitu kedalaman 1 m sampai 13 m. Karena dari hasil perhitungan diperoleh kedalaman > 2,00 m maka akan dibangun sumur resapan mulai dari kedalaman 1,00 m – 2,00 m sampai kedalaman terpenuhi. Debit banjir rencana yang terjadi sebesar 1,2753 m³/dtk setelah ada sumur resapan berkurang menjadi 1,0533 m³/dtk, sehingga mampu mereduksi banjir sebesar 17,30 %.

Kata kunci : *Sumur Resapan, Banjir, Perencanaan, Debit, Permeabilitas*

Pendahuluan

Menurut data Badan Pusat Statistik Kota Kupang tahun 2021 menjelaskan bahwa Kecamatan Kelapa Lima terdiri dari 5 Kelurahan yaitu Kelurahan Kelapa Lima dengan luas wilayah 2,57 km² serta jumlah penduduk 16.678 orang, Kelurahan Oesapa dengan luas wilayah 4,83 km² serta jumlah penduduk 24.989 orang, Kelurahan Oesapa Barat dengan luas wilayah 1,62 km² serta jumlah penduduk 10.800 orang, Kelurahan Oesapa Selatan dengan luas wilayah 0,77 km² serta jumlah penduduk 3.682 orang, dan Kelurahan Lasiana dengan luas wilayah 5,23 km² serta jumlah penduduk 15.819 orang, Luasan Kecamatan Kelapa Lima secara keseluruhan 15,02 km², Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Oesapa dengan jumlah RW sebanyak 17, dan RT sebanyak 167 dengan luas wilayah secara keseluruhan 4,83 km². Kecamatan Kelapa Lima memiliki curah hujan rata-rata 298 mm/tahun, dengan total hari hujan 125 hari/tahun serta total hari kemarau 240 hari/tahun (BPS Kota Kupang 2022).

Kondisi eksisting Jalan Timor Raya KM.9 dengan Lebar Jalan 11,00 m, Lebar Trotoar 1,40 m, lebar bahu Jalan 2,40 m, dan panjang saluran Drainase primer 1,30 km, Lebar saluran 80,00 cm, serta Tinggi 120,00 cm. saluran Drainase yang ada juga tidak terhubung seluruhnya, pada beberapa titik saluran drainase terputus. dan kondisi dinding saluran pun juga sudah rusak. Selain itu laju air terhambat akibat kondisi saluran drainase yang mengalami pendangkalan akibat endapan lumpur dan sampah. Sehingga saat musim hujan debit air yang berlebih mengakibatkan air tergenang pada badan ± 40,00 cm.

Perencanaan sumur resapan merupakan suatu upaya untuk menghindari terjadinya genangan air pada suatu kawasan tertentu yang tidak dapat menyerap air secara optimal dikarenakan pada areal tersebut telah berdiri suatu bangunan baik itu sarana transportasi (Jalan raya), maupun bangunan gedung yang dapat mengganggu aktivitas di daerah tersebut.

Tinjauan Pustaka

Pengertian Sumur Resapan

Sumur resapan ialah prasarana yang digunakan untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Menurut (SNI No. 03-2453-2002). Sedangkan menurut (Kusnaedi, 1995), Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah.

Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami dan sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia. Pengumpulan data dan informasi, terutama data untuk perhitungan hidrologi sangat diperlukan dalam analisa penentuan debit banjir rancangan yang selanjutnya dipergunakan sebagai dasar rancangan suatu bangunan air. Semakin banyak data yang terkumpul berarti semakin menghemat biaya dan waktu, sehingga kegiatan analisis dapat berjalan lebih cepat, selain itu akan didapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat.

Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi pada periode ulang tertentu, dalam kaitannya dengan analisa hidrologi, Metode yang digunakan dalam menghitung besarnya curah hujan pada kala ulang tertentu adalah Metode Gumbel Tipe I dan Metode Log Pearson Tipe III.

Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi sampel data yang dianalisis. Pengujian parameter yang dipakai adalah Uji Chi-Square dan Uji Smirnov-Kolmogorov (Kamiana, I., M., 2011: 36).

Intensitas Hujan (I)

Hasil pengamatan di Indonesia hujan terpusat tidak lebih dari 7 (tujuh) jam, maka dalam perhitungan ini diasumsikan hujan terpusat maksimum dilokasi penelitian adalah 1 (satu) jam sehari. Sebaran hujan jam-jaman dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe (Wesli, 2008) untuk menghitung intensitas hujan:

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

Dimana

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

t = Lamanya hujan (jam)

Debit Curah Hujan (Q)

Metode yang digunakan untuk menghitung besar limpasan yang terjadi yaitu dengan menggunakan metode rasional yang dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata diseluruh daerah selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasinya. Berikut ini disajikan rumus metode rasional untuk menghitung debit banjir

rencana pada suatu kawasan tertentu akibat limpasan air hujan. (Sunjoto, 2001) :

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit banjirmaksimum akibat curah hujan (m³/detik)

C = Angka Pengaliran

I = Intensitas curah hujan

A = Luas daerah aliran (ha²)

Proyeksi Jumlah Penduduk

proyeksi penduduk merupakan perhitungan perkiraan jumlah penduduk di masa yang akan datang. Proyeksi penduduk sangat dibutuhkan untuk menyusun perencanaan pembangunan, di antaranya adalah untuk perencanaan sarana dan prasarana pendidikan, Kesehatan, Pemukiman, dan perhubungan. Metode yang digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa yang akan datang adalah dengan metode Aritmatika dengan catatan laju pertumbuhan penduduk dibawah 2% . (Biro Pusat Statistik Pemerintahan Indonesia):

$$r = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{P_t}{P_0} \cdot 100\%$$

Dimana :

r = Laju pertumbuhan penduduk

t = Tahun rencana

P_t = Jumlah penduduk pada tahun tertentu

P₀ = Jumlah penduduk pada tahun 0 (tahun dasar/diketahui)

$$P_n = P_0 + (n \cdot r) \cdot P_0$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n (tahun ditanyakan)

P₀ = Jumlah penduduk pada tahun terakhir

n = Umur perencanaan (Tahun)

r = Perkembangan penduduk tiap tahun (%)

Sistem Air Limbah

Menurut (Kodoatie R.J, 2005). yang dimaksud dengan sistem air limbah adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari efektifitas dapur, kamar mandi dan cuci dimana besarnya air limbah berkisar antara 60-80% dari rata-rata pemakaian air bersih (120-180 liter/orang/hari).

Sistem air limbah dapat dihitung sebagai berikut (Kodoatie R.J, 2005:170):

$$q_b = 0,80 \times \text{kebutuhan air bersih}$$

$$= 0,80 \times 120 \text{ liter/hari/orang}$$

$$= 96 \text{ liter/hari/orang}$$

$$= 0,0011 \text{ liter/detik/orang}$$

$$Q_{AK} = \frac{P_n \times 0,0011}{A}$$

Dimana :

Q_{AK} = Sisa kebutuhan air rencana (liter/hari)

0,80 = Faktor kehilangan air

P_n = Jumlah jiwa yang akan dilayani sesuai dengan tahun perencanaan

A = Luas daerah layanan (km²)

Analisa Kemiringan Dasar Saluran

Kemiringan dasar saluran digunakan dalam menentukan nilai waktu konsentrasi dan mempengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran drainase. kemiringan dasar saluran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Suripin,2004:141) :

$$S_o = \frac{(t_2 - t_1)}{L}$$

Dimana :

S_o = Kemiringan dasar saluran (m)

t₂ = Tinggi tanah dibagian tertinggi (m)

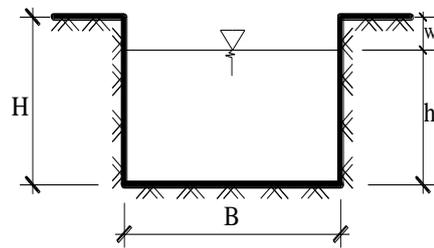
t₁ = Tinggi tanah dibagian terendah (m)

L = Panjang saluran (m)

Analisa Dimensi Saluran dan Debit Saluran

Eksisting

Menurut (Hasmar, 2012). Bentuk penampang persegi dipakai untuk debit yang kecil, bentuk saluran ini biasanya dibuat pada daerah luasan yang kecil didukung oleh konstruksi yang kokoh.



Gambar 1. Penampang Berbentuk Persegi

a. Luas penampang basah (A)

$$A = Bh$$

b. Keliling basah (P)

$$P = B + 2h \text{ atau } P = \frac{A}{h} + 2h$$

c. Jari-jari hidraulik (R)

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

Dimana :

R = Jari-jari hidraulik (m)

P = Keliling basah saluran (m)

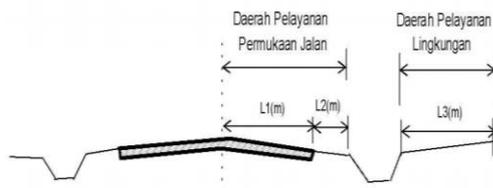
A = Luas penampang basah saluran (m²)

B = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi air dalam saluran (m)

Debit Saluran Eksisting

Daerah layanan untuk saluran drainase perlu diketahui agar dapat diperkirakan daya tampungnya terhadap curah hujan atau untuk memperkirakan volume limpasan permukaan yang akan ditampung saluran samping jalan



Gambar 2. Daerah Pelayanan Saluran Drainase

L1 = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan.

L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan.

L3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100m.

Perhitungan debit saluran eksisting di perlukan untuk mengetahui apakah saluran awal yang sudah ada masih mampu untuk menampung air akibat intensitas curah hujan. (Wesli, 2008).

1. Menghitung kecepatan air di saluran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S_0^{1/2}$$

Dimana :

- V = Kecepatan air di saluran (m/dtk)
- n = Koefisien Manning (Lampiran 37)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S₀ = Kemiringan dasar saluran (m)

2. Menghitung debit saluran eksisting

$$Q_{EX} = A \cdot V$$

Dimana :

- Q_{EX} = Debit saluran eksisting
- A = Luasan Penampang basah (m²)
- V = Kecepatan air di saluran (m/dtk)

Koefisien Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah merupakan sifat bahan berpori, dapat mengalir atau merembeskan air kedalam tanah, tinggi rendahnya permeabilitas ditentukan oleh ukuran pori. untuk menentukan nilai (K) dilakukan dengan mengukur penurunan ketinggian air pada pipa tersebut sehingga tegangan air tidak tetap (Budi Santoso, dkk, 1998).

$$K = \left(\frac{\Delta v \cdot l}{\Delta t \cdot \Delta h \cdot A} \right)$$

Dimana :

- K = Koefisien permeabilitas tanah.
- Δv = Perubahan volume (cm³).
- l = Hitung tinggi tanah masing-masing nipple 1 cm.
- Δt = Perubahan waktu (detik).
- Δh = Perubahan tinggi (cm).
- A = Luas silinder (cm²).

Perencanaan Teknik Sumur Resapan

Perencanaan dimensi sumur resapan sesuai (SNI-03-2453-2002), dan (Sunjoto, 1998 dalam Pena, 2015), ditentukan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Volume andil banjir (V_{ab})

Menurut (SNI-03-2453-2002) mengusulkan suatu rumus sebagai dasar Perhitungan volume debit banjir yang terjadi yaitu sebagai berikut.

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadiah} \cdot A_{tadiah} \cdot R$$

Dimana :

V_{ab} = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m³)

C_{tadiah} = Koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

A_{tadiah} = Luas bidang tadah (m²)

R = Tinggi hujan harian rata-rata (mm/jam)

2. Durasi hujan efektif (t_e)

Menurut (SNI-03-2453-2002). mengusulkan suatu rumus sebagai dasar Perhitungan durasi hujan efektif sebagai berikut.

$$t_e = 0,9 \cdot R^{0,92}$$

Dimana :

t_e = Durasi hujan efektif (jam)

R = Tinggi hujan harian rata-rata (m²L/hari)

3. Volume air hujan yang meresap (V_{rsp})

Menurut (SNI-03-2453-2002). mengusulkan suatu rumus sebagai dasar Perhitungan volume air hujan yang meresap dalam sumur resapan yaitu sebagai berikut.

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{R} \cdot A_{total} \cdot K$$

Dimana :

V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap (m³)

t_e = Durasi hujan efektif (jam)

R = Tinggi hujan harian rata-rata (L/m²/hari)

A_{total} = Luas dinding sumur + luas alas sumur (m²)

K = Koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

4. Volume penampungan (V_{storasi})

Menurut (SNI-03-2453-2002). mengusulkan suatu rumus sebagai dasar Perhitungan Volume penampungan sebagai berikut.

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$$

Dimana :

V_{storasi} = Volume penampungan (m³/dtk)

V_{ab} = Volume andil banjir (m³/dtk)

V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap (m³/dtk)

5. Kedalaman total sumur resapan (H_{total})

Menurut (SNI-03-2453-2002). mengusulkan suatu rumus sebagai dasar Perhitungan

Kedalaman sumur resapan sebagai berikut.

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h}$$

Dimana :

H_{total} = Kedalaman sumur resapan (m)

V_{ab} = Volume andil banjir (m³/dtk)

V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap (m³/dtk)

A_h = Luas alas sumur (m²)

6. Jumlah sumur resapan (n)

Menurut (SNI-03-2453-2002). mengusulkan suatu rumus sebagai dasar Perhitungan jumlah sumur resapan sebagai berikut.

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}}$$

Dimana :

n = Jumlah sumur resapan air hujan (buah)

H_{total} = Kedalaman total sumur resapan air hujan (m)

$H_{rencana}$ = Kedalaman yang direncanakan (m)

7. Kapasitas sumur resapan (V)

Volume sumur resapan dapat dihitung dengan rumus (Sunjoto, 1998 dalam Pena, 2015).

$$V = \pi \times r^2 \times H$$

Dimana :

V = Volume sumur resapan (m³)

π = Phi

r = Radius hidrolik atau jari-jari sumur resapan (m)

H = Kedalaman sumur resapan (m)

8. Waktu tampungan (T)

Waktu tampungan sumur resapan hingga penuh dapat dihitung dengan rumus (Sunjoto, 1998 dalam Pena, 2015).

$$T = \frac{V}{V_{ab}}$$

Dimana :

T = Waktu tampungan (dtk)

V = Volume sumur resapan (m³/dtk)

V_{ab} = Volume andil banjir (m³/dtk)

9. Efisiensi sumur resapan (e)

efisiensi debit banjir setiap rumah dapat dihitung dengan rumus (Sunjoto, 1998 dalam Pena, 2015).

$$e = \frac{V_{ab}}{V_{abr}} \cdot 100 \%$$

Dimana :

e = Efisiensi sumur resapan (%)

V_{ab} = Volume andil banjir dari atap (m³/dtk)

V_{abr} = Volume andil banjir dari rumah (m³/dtk)

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Kupang, Kecamatan Kelapa Lima, kelurahan Oesapa dari KM.9 Sampai KM. 10. Secara Geografis Kelurahan Oesapa terletak 10° 8'47.10" LS dan 123°39'14.17" BT.

Objek Penelitian

Objek yang akan ditinjau dalam penelitian ini adalah kawasan perumahan yang berada di Kelurahan Oesapa, Jl. Timor Raya KM. 9 - 10, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang.

Sumber Data

1. Data primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari lokasi Kelurahan Oesapa yaitu data tanah, data dimensi saluran drainase, dan data luasan bangunan rumah dan toko di lokasi penelitian.

2. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang akan digunakan dalam analisis, data diperoleh dari Instansi Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II (BWS NT II) yaitu data curah hujan harian maksimum Pos hujan Tarus, dan data jumlah penduduk Kelurahan Oesapa.

Teknik Analisis Data

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam teknik analisis data adalah sebagai berikut :

1. Analisis hidrologi

a. Menghitung curah hujan rencana maksimum menggunakan metode Gumbel Tipe I, dan Metode Log-Pearson Tipe III.

b. Melakukan pengujian terhadap analisa curah hujan rencana menggunakan uji persyaratan statistic dan uji kecocokan Chi-kuadrat dan Smirnov-kolmogorov.

c. Menghitung Intensitas hujan Jam-jaman.

d. Menghitung volume andil banjir rencana guna menentukan volume andil banjir yang akan ditampung dalam sumur resapan.

2. Analisis kriteria perencanaan

Metode yang digunakan dalam menganalisis dan mendimensi sumur resapan adalah SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan.

a. Menghitung debit saluran eksisting

b. Menghitung volume andil banjir dari setiap atap rumah

c. Menghitung besarnya volume resapan dari setiap rumah

d. Menghitung dimensi sumur resapan air hujan.

e. Menghitung efisiensi sumur resapan

Hasil dan Pembahasan

Curah Hujan Rerata Daerah

Perhitungan curah hujan rerata daerah menggunakan Metode Rata-rata Aljabar. Data curah hujan maksimum yang digunakan adalah data hujan yang telah dilakukan koreksi.

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Bulan	Tanggal	Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2002	Februari	15	76.00
2	2003	Februari	18	160.00
3	2004	Februari	18	81.00
4	2005	Oktober	20	73.00
5	2006	Maret	4	193.00
6	2007	Februari	23	113.00
7	2008	Februari	21	170.00
8	2009	Desember	15	126.00
9	2010	Januari	16	112.00
10	2011	Maret	31	136.00
11	2012	April	26	83.00
12	2013	Januari	6	149.00
13	2014	Januari	22	120.00
14	2015	Januari	11	174.00
15	2016	Mei	6	62.00
16	2017	Februari	3	136.00
17	2018	Desember	23	168.00
18	2019	Januari	30	61.00
19	2020	Desember	18	78.00
20	2021	April	4	252.00
Jumlah hujan harian maksimum 20 Tahun (ΣX_i)				2522.10

Analisis Distribusi Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk memperoleh curah hujan rencana pada kala ulang tertentu. Kala ulang yang digunakan adalah kala ulang 2 tahun, sedangkan analisis distribusi frekuensi yang digunakan adalah Metode Gumbel Tipe I dan Metode Log Pearson Tipe III. Besar curah hujan rencana kala ulang 2 tahun untuk distribusi Gumbel Tipe I diperoleh sebesar 118,6376 mm, sedangkan distribusi Log Pearson Tipe III diperoleh curah hujan rencana sebesar 116,7834 mm. Dari perhitungan kecocokan Distribusi Gumbel Tipe I dan Log Pearson Tipe III dengan Metode Smirnov-Kolmogorov dan Metode Chi-Square dapat diterima, sehingga kedua Distribusi tersebut dapat digunakan. Untuk perencanaan sumur resapan, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan yang paling maksimum dan uji kecocokan datanya dapat diterima, sehingga data Distribusi curah hujan yang paling tepat untuk digunakan adalah Distribusi Gumbel Tipe I.

Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas curah hujan dihitung dengan rumus Mononobe. Data yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan yaitu data curah hujan hasil analisis dengan Metode Gumbel Tipe I dengan menentukan kala ulang berdasarkan Tipologi kota. Sehingga intensitas curah hujan untuk kala ulang 2 tahun adalah 41,1294 mm/jam.

Koefisien Limpasan Permukaan (C)

Nilai koefisien pengaliran (C) untuk Kelurahan Oesapa ditentukan berdasarkan daerah pemukiman. dimana Kelurahan Oesapa termasuk dalam kawasan banyak rumah rapat. besar nilai koefisien pengaliran untuk daerah pemukiman banyak rumah rapat berkisar 0,60-0,75 sehingga dipakai 0,60.

Debit Curah Hujan (Q)

Debit air akibat curah hujan dihitung menggunakan rumus rasional, besarnya debit rencana akibat curah hujan untuk saluran drainase primer sebesar 1,2753 m³/dtk.

Debit Air Buangan Penduduk (Q_{ak})

Perhitungan dilakukan dengan kala ulang 2 tahun, sehingga besarnya debit air buangan penduduk di Kelurahan Oesapa sebesar 0,0079 m³/dtk/km²

Kemiringan Saluran Drainase Eksisting (S₀)

Berdasarkan pengukuran dilapangan menggunakan GPS yang kemudian diolah dengan program *Google Earth*, data DEM (*Digital elevation model*), dan Global Mapper maka nilai elevasi tinggi tanah dibagian tertinggi 13,00 m dan tinggi tanah dibagian terendah 8,00 m , panjang saluran 1,30 km, sehingga didapat nilai kemiringan dasar saluran 0,0038.

Analisa Debit Saluran Eksisting (Q_{EX})

Perhitungan debit saluran eksisting dengan panjang saluran 1,30 km, lebar saluran 80 cm , tinggi saluran 120 cm, dan kemiringan dasar saluran 0,0038, didapat debit saluran eksisting sebesar 1,0608 m³/dtk

Permeabilitas Tanah (K)

Sampel tanah yang diuji, diambil dari lokasi perumahan pada kedalaman 1m, 1,5 m, dan 2 m . ada 3 titik lokasi pengambilan sampel tanah yang akan dipakai untuk mewakili kondisi tanah di lokasi studi. Berdasarkan hasil pengujian Laboratorium diperoleh rata-rata nilai koefisien permeabilitas tanah sebesar 0,000575 cm/dtk.

Perhitungan Luasan atap rumah

Pada perhitungan ini diambil rumah pertama sebagai perhitungan luasan atap rumah yang nanti

akan digunakan untuk menghitung volume andil banjir dari atap rumah. Luasan atap rumah dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Luasan Atap Rumah

Rumah	Lahan (m)		Luas Lahan	Atap (m)		Atap	Halaman
	P	L	m ²	P	L	m ²	
S1	26.00	14.00	364.00	15.00	11.50	172.50	191.50
S2	28.00	30.00	840.00	28.00	15.00	420.00	420.00
S3	28.00	24.00	672.00	15.00	14.00	210.00	462.00
S4	13.50	29.00	391.50	9.00	24.00	216.00	175.50
S5	47.00	18.50	869.50	40.00	18.50	740.00	129.50
S6	35.00	18.20	637.00	30.00	18.20	546.00	91.00
S7	30.00	30.50	915.00	18.50	26.00	481.00	434.00
S8	40.00	11.00	440.00	30.00	11.00	330.00	110.00
S9	40.00	18.00	720.00	28.00	18.00	504.00	216.00
S10	23.00	32.00	736.00	22.00	9.60	211.20	524.80

Perhitungan Volume Andil Banjir (V_{ab})

Perhitungan debit banjir setiap atap rumah yang dihitung hanya air hujan yang jatuh melalui atap bangunan saja, sedangkan air hujan yang jatuh pada permukaan tanah, jalan, dan fasilitas umum lainnya tidak diperhitungkan peresapannya, karena bila dialirkan kedalam sumur resapan maka partikel tanah dan sampah akan masuk kedalam sumur resapan sehingga akan mengganggu fungsi dari sumur resapan. Perhitungan volume andil banjir dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Volume Andil Banjir

No	Koefisien Volume Andil Banjir	Ctadah m2	Atadah m2	R mm	V _{ab} L	V _{ab} m ³ /dtk	V _{ab} m ³ /jam
1	0.855	0.75	172.50	41.1294	4549.5543	0.0013	4.5496
2	0.855	0.75	420.00	41.1294	11077.1757	0.0031	11.0772
3	0.855	0.75	210.00	41.1294	5538.5878	0.0015	5.5386
4	0.855	0.75	216.00	41.1294	5696.8332	0.0016	5.6968
5	0.855	0.75	740.00	41.1294	19516.9285	0.0054	19.5169
6	0.855	0.75	546.00	41.1294	14400.3284	0.0040	14.4003
7	0.855	0.75	481.00	41.1294	12686.0035	0.0035	12.6860
8	0.855	0.75	330.00	41.1294	8703.4952	0.0024	8.7035
9	0.855	0.75	504.00	41.1294	13292.6108	0.0037	13.2926
10	0.855	0.75	211.20	41.1294	5570.2369	0.0015	5.5702

Menghitung Dimensi Sumur Resapan

Pada perhitungan ini dipakai SNI 03-2453-2002 sebagai pedoman dan diambil rumah pertama sebagai contoh perhitungan perencanaan tinggi sumur resapan. Berikut ini adalah data rencana dan perhitungan dimensi sumur resapan:

D = 1,4 m (Diameter rencana)

H = 2 m (Tinggi rencana)

K = 0,000575 cm/dtk (Lampiran 48)

= 2,07 cm/jam

= 0,4968 m/hari

K_h = 0,4968 m/hari (Permeabilitas tanah pada alas sumur)

R = 41,1294 mm (Intensitas curah hujan)

a. Menghitung luas alas sumur (A_h)

Sumur resapan ini direncanakan dengan penampang berbentuk lingkaran dengan luas alas sumur 1,5386 m².

b. Menghitung durasi hujan efektif dengan besar curah hujan efektif 0,4583 jam.

c. Menghitung volume air hujan yang meresap dalam sumur resapan sebesar 0,0146 m³/jam.

d. Menghitung volume penampungan dalam sumur resapan. Perhitungan volume penampungan dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Volume Penampungan

Rumah	V _{ab} m ³ /jam	V _{rsp} m ³ /jam	V _{storasi} m ³ /jam
1	4.5496	0.0146	4.5350
2	11.0772	0.0146	11.0626
3	5.5386	0.0146	5.5240
4	5.6968	0.0146	5.6822
5	19.5169	0.0146	19.5023
6	14.4003	0.0146	14.3857
7	12.6860	0.0146	12.6714
8	8.7035	0.0146	8.6889
9	13.2926	0.0146	13.2780
10	5.5702	0.0146	5.5556

Menghitung Kedalaman Sumur Resapan (H)

Perhitungan kedalaman sumur resapan bertujuan agar sumur resapan yang akan dibangun dapat efektif dalam menampung debit banjir yang terjadi, perhitungan kedalaman sumur resapan dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Kedalaman Sumur Resapan

Rumah	V_{ab} m ³ /jam	V_{rsp} m ³ /jam	Ah m ²	H m
1	4.5496	0.0146	1.5386	2.9475
2	11.0772	0.0146	1.5386	7.1900
3	5.5386	0.0146	1.5386	3.5903
4	5.6968	0.0146	1.5386	3.6931
5	19.5169	0.0146	1.5386	12.6754
6	14.4003	0.0146	1.5386	9.3499
7	12.6860	0.0146	1.5386	8.2357
8	8.7035	0.0146	1.5386	5.6473
9	13.2926	0.0146	1.5386	8.6299
10	5.5702	0.0146	1.5386	3.6108

Tipe Sumur Resapan

Dari hasil perhitungan kedalaman sumur resapan apabila kedalaman sumur resapan yang dihasilkan lebih dari 2 m, mengingat debit banjir yang dihasilkan juga besar maka sumur resapan dapat dibangun secara paralel, sedangkan sumur resapan yang memiliki kedalaman kurang dari 2 m maka dapat dibangun sumur resapan tunggal. perhitungan tipe sumur resapan dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Tipe Sumur Resapan

Rumah	H m	Htotal m	Hrencana m	n buah	Tipe
1	2.95	3.00	2.00	2	Pararel
2	7.19	7.50	2.00	4	Pararel
3	3.59	4.00	2.00	2	Pararel
4	3.69	4.00	2.00	2	Pararel
5	12.68	13.00	2.00	7	Pararel
6	9.35	9.50	2.00	5	Pararel
7	8.24	8.50	2.00	5	Pararel
8	5.65	6.00	2.00	3	Pararel
9	8.63	9.00	2.00	5	Pararel
10	3.61	4.00	2.00	2	Pararel

Menghitung Kapasitas Sumur Resapan (V)

Pada perhitungan ini sumur resapan yang direncanakan bertampang lingkaran. perhitungan kapasitas sumur resapan dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Kapasitas Sumur Resapan

Rumah	π	R (m)	H (m)	V (m ³ /jam)	Qsr m ³ /dtk
1	3.14	0.70	3.00	4.6158	0.0013
2	3.14	0.70	7.50	11.5395	0.0031
3	3.14	0.70	4.00	6.1544	0.0015
4	3.14	0.70	4.00	6.1544	0.0016
5	3.14	0.70	13.00	20.0018	0.0054
6	3.14	0.70	9.50	14.6167	0.0040
7	3.14	0.70	8.50	13.0781	0.0035
8	3.14	0.70	6.00	9.2316	0.0024
9	3.14	0.70	9.00	13.8474	0.0037
10	3.14	0.70	4.00	6.1544	0.0015

Menghitung Waktu Yang Diperlukan Untuk Mengisi Sumur Resapan

perhitungan waktu yang diperlukan untuk mengisi sumur resapan sumur resapan dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. waktu yang diperlukan untuk mengisi sumur resapan

Rumah	V m ³ /jam	Vab m ³ /dtk	Waktu Tampung		
			Detik	Menit	Jam
1	4.6158	0.0013	3652.4193	60.8737	1.0146
2	11.5395	0.0031	3750.2520	62.5042	1.0417
3	6.1544	0.0015	4000.2688	66.6711	1.1112
4	6.1544	0.0016	3889.1502	64.8192	1.0803
5	20.0018	0.0054	3689.4371	61.4906	1.0248
6	14.6167	0.0040	3654.0917	60.9015	1.0150
7	13.0781	0.0035	3711.2681	61.8545	1.0309
8	9.2316	0.0024	3818.4384	63.6406	1.0607
9	13.8474	0.0037	3750.2520	62.5042	1.0417
10	6.1544	0.0015	3977.5400	66.2923	1.1049

Efisiensi Sumur Resapan

adanya pembuatan sumur resapan pada bangunan mengakibatkan pengurangan debit banjir pada saluran drainase yang ada, dan debit yang masi bisa ditampung oleh sumur resapan sebesar 0,0004 m³/dtk . Semakin banyak sampel bangunan dilakukan pembuatan sumur resapan maka debit banjir yang direduksi akan semakin besar. Efisiensi pengurangan debit banjir rencana pada saluran drainase sebesar 17,30 %.

Kesimpulan

1. Debit banjir Rencana untuk kala ulang 2 Tahun di Kelurahan Oesapa adalah 1,2753 m³/dtk, dan debit air kotor buangan penduduk sebesar 0,0079 m³/dtk.
2. Berdasarkan perhitungan, desain sumur resapan adalah berbentuk lingkaran dengan diameter 1,4 m dan kedalaman 3,00 m pada rumah 1 Tipe 15 x 11,5 dan debit masuk rencana adalah 4,5496 m³/jam, demikian halnya untuk semua rumah yang direncanakan memiliki diameter 1,4 m degan dimensi sumur resapan yang berbeda-beda sesuai debit yang harus ditampung. Dari hasil perhitungan diperoleh 130 buah sumur resapan untuk 130 rumah dengan dimensi sumur resapan diameter 1,4 m dan kedalaman 1 m (7 buah); 1,5 m (13 buah); 2 m (16 buah) untuk sumur

resapan tunggal, sedangkan untuk kedalaman 2,5 m (17 buah); 3 m (9 buah); 3,5 m (13 buah); 4 m (11 buah); 4,5 m (6 buah); 5 m (5 buah); 5,5 m (3 buah); 6 m (2 buah); 6,5 m(3 buah); 7 m (1 buah); 7,5 m (4 buah); 8 m (4 buah); 8,5 m (3 buah); 9 m (2 buah); 9,5 m (1 buah); 10 m (4 buah); 10,5 m (1 buah); 11 m (1 buah); 12 m (2 buah); 12,5 m (1 buah); dan 13 m (1 buah) untuk jenis sumur resapan paralel.

3. Terjadi reduksi debit banjir untuk setiap rumah dimana untuk rumah 1 Tipe 15x11,5 tereduksi 4,5496 m³/jam yang masuk ke sumur resapan, dan meresap ke dalam tanah sebesar 0,0146 m³/jam dan debit tertampung sebesar 4,5350 m³/jam. Demikian halnya untuk setiap rumah lainnya memiliki nilai debit tereduksi yang berbeda-beda.
4. Dengan adanya perencanaan sumur resapan diperoleh 130 buah sumur untuk 130 rumah dengan kedalaman yang berbeda-beda tergantung dengan luasan atap.
5. Dengan adanya sumur resapan dapat mereduksi debit banjir rencana sebesar 17,30 % di Kelurahan Oesapa.

Daftar Pustaka

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Bisri,M. Surpriyani, E.Darmawan,V. 2009. *Studi Pengembangan Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan* . Jurnal Teknik Pengairan.
- BPS. 2022. Kecamatan Kelapa Lima Dalam Angka. BPS, Kota Kupang.
- Brower, J.E. Jerold, Z. Von Ende. 1990. *Field And Laboratory Methods For General Ecology*. Brown Publishing – USA.
- Edisono,S. 1997. *Drainase Perkotaan*.Gunadarma – Jakarta.
- Hasmar , H. 2012. *Drainase Terapan*.UII Press – Yogyakarta.
- Kusnaedi. 1995. *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*.Penebar swadaya – Jakarta.

- Kodoatie, R.J. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Offset – Yogyakarta.
- Kono, K. 2019. *Perencanaan Sistem Drainase Di Kota Kefamenanu (Studi Kasus : Kelurahan Kefamenanu Tengan Dan Kelurahan Kefamenanu Selatan)*. Sripsi S-1 Prodi Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana. Kupang.
- Metcalf, Eddy. 1991. *Wastewater Engineering*. Mc Graw Hill Inc – Newyork.
- Pena, C. 2016. *Pemanfaatan Sumu Resapan Dalam Meminimalisir Genangan Air (Studi Kasus : Depan SMAN 1 Kupang)*. Skripsi S-1 Prodi Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana Kupang.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12. 2005. *Tata Cara Pemanfaatan Air Hujan*.
- Santosa, B. Suprpto, H. HS, Suryadi. 1998. *Dasar Mekanika Tanah*. Gunadarma – Jakarta.
SNI : 03-2453-2002. *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*.
- SNI : 03-3424-1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*.
- SNI : 06-2459-2002. *Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*.
- Soemarto, C.D 1989. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional – Surabaya.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid I*. Penerbit Nova – Bandung.
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Idea Darma – Bandung.
- Sunjoto, S 1989. *Teknik Konservasi Air Pada Kawasan Permukiman*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Sunjoto, S 1988. *Optimasi Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Usaha Pencegahan Intrusi Air Laut*. Yogyakarta.
- Suripin, 2004, *Sitem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi Offset – Yogyakarta.
- Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan Jilid I*. Graha Ilmu – Yogyakarta.