

Perencanaan Saluran Drainase Jalan Raya (Studi Kasus Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I Kota Kupang)

Adi Yavael Remi Dita¹, I Made Udiana², Dantje A.T Sina³
¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang,

*Penulis korespondensi (adiyavael@gmail.com)

Abstract

Farmasi Road and Bumi I Road, located in Liliba Village and South Oesapa Village, have quite dense settlements. The unavailability of drainage channels causes puddles on the road surface if there is rain with a high enough intensity. Based on this, planning of drainage channels and auxiliary buildings is carried out if necessary. The rain data used was taken from 3 rain posts, are the Lasiana, Eltari and Tarus Rain Posts for 20 years (2002-2021). Daily rain data is analyzed for rainfall and then statistical parameter tests and suitability tests are carried out, so the Log Pearson Type III method is suitable for use in channel planning with a 5 year period and the daily rainfall amount is 139,014 mm. The plan discharge is obtained from rainwater discharge (Q_{AH}) plus the discharge of dirty water from residents (Q_{AK}), the plan discharge of each channel varies, ranging from 0,036 m³/s to 6,595 m³ / s. The drainage channels to be planned have 152 channels with average dimensions, are (H) = 0,750 m and (b) = 0,690 m. While complementary buildings consist of culverts, reservoirs and drainage channel inlets. Complementary buildings also have varying dimensions. The planned culvert has 82 buildings with average dimensions, are (d) = 0,657 m, the planned reservoir has 67 buildings with average dimensions, are (H) = 1,192 m and (b) = 0,570 m, and the drainage channel inlet is planned with dimensions (d) = 0,100 m and (L) = 0,200 m.

Keywords: Drainage Channel, Farmasi Road, Bumi I Road, Kupang City

Abstrak

Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I yang terletak di Kelurahan Liliba dan Kelurahan Oesapa Selatan memiliki pemukiman yang cukup padat. Tidak tersedianya saluran drainase menyebabkan terjadinya genangan dipermukaan jalan apabila terjadi hujan dengan intensitas yang cukup tinggi. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan perencanaan saluran drainase serta bangunan-bangunan pelengkap apabila diperlukan. Data hujan yang digunakan diambil dari 3 pos hujan, yaitu Pos Hujan Lasiana, Eltari dan Tarus selama 20 tahun (2002-2021). Data hujan harian dianalisa curah hujannya kemudian dilakukan uji parameter statistik dan uji kecocokan, maka metode Log Pearson Tipe III layak dipakai dalam perencanaan saluran dengan kala ulang 5 tahun serta besar curah hujan harian adalah 139,014 mm. Debit rencana diperoleh dari debit air hujan (Q_{AH}) ditambah dengan debit air kotor buangan penduduk (Q_{AK}), debit rencana setiap saluran berbeda-beda, berkisar antara 0,036 m³/dtk sampai 6,959 m³/dtk. Saluran drainase yang akan direncanakan terdapat 152 saluran dengan dimensi rata-rata, yakni (H) = 0,750 m dan (b) = 0,690 m. Sedangkan bangunan pelengkap terdiri dari Gorong-gorong, bak penampung dan inlet saluran drainase. Bangunan pelengkap juga memiliki dimensi yang bervariasi. Gorong-gorong yang direncanakan terdapat 82 bangunan dengan dimensi rata-rata, yakni (d) = 0,657 m, Bak penampung yang akan direncanakan terdapat 67 bangunan dengan dimensi rata-rata, yakni (H) = 1,192 m dan (b) = 0,570 m, dan inlet saluran drainase direncanakan dengan dimensi (d) = 0,100 m dan (L) = 0,200 m.

Kata kunci: Saluran Drainase, Jalan Farmasi, Jalan Bumi I, Kota Kupang

Pendahuluan

Kota Kupang sebagai pusat pemukiman, pendidikan, aktivitas pemerintahan, perdagangan maupun industri menyebabkan peningkatan jumlah penduduk yang pesat. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti dengan peningkatan jumlah pemukiman serta berkurangnya lahan terbuka sebagai daerah resapan air hujan dan air limbah buangan penduduk, sehingga dapat menyebabkan banjir maupun genangan dikawasan-kawasan tertentu. Salah satu kawasan yang berdampak dari permasalahan tersebut adalah kawasan Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I yang terdapat di Kelurahan Liliba Kecamatan Oebobo dan Kelurahan Oesapa Selatan Kecamatan Kelapa Lima. Kawasan tersebut terdapat pemukiman yang cukup padat dan tidak tersedianya saluran drainase menyebabkan terjadinya genangan maupun banjir pada saat terjadi hujan yang intensitasnya cukup tinggi. Hal ini berdampak buruk bagi pengguna jalan raya dan mengganggu kenyamanan masyarakat yang berada dikawasan Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I.

Sebagai Upaya dari permasalahan tersebut, pemerintah setempat telah membangun sumur resapan di ruas Jalan Farmasi, sumur resapan yang dibangun berjumlah 7 buah dengan dimensi 1,00 m x 1,10 m. Upaya tersebut tidak dapat mengatasi permasalahan yang terjadi, hal ini terlihat dari masih banyak genangan diatas permukaan jalan maupun di bahu jalan setelah terjadinya hujan. Sehingga perencanaan saluran drainase menerus perlu dilakukan untuk membuang kelebihan air yang terdapat dalam kawasan Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I menuju pembuangan akhir. Pembuangan akhir direncanakan berada di sungai Liliba, berjarak ± 60 meter dari Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I.

Tinjauan Pustaka

Pengertian Drainase

Menurut Suripin., (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar

analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain.

Uji konsistensi data curah hujan

Uji konsistensi data dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran data lapangan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : spesifikasi alat penakar berubah, tempat alat ukur dipindahkan dan perubahan lingkungan disekitar alat penakar (Kamiana, I., M., 2011: 16). Uji konsistensi curah hujan menggunakan Metode Kurva Massa Ganda.

$$\frac{\beta}{\alpha}$$

Dimana :

β = Kemiringan kurva setelah patahan

α = Kemiringan kurva sebelum patahan

Curah hujan rerata daerah

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini yang dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran bawah tanah (*sub surface flow*) maupun sebagai aliran tanah (*ground water flow*). Ada dua faktor yang sangat menentukan ketelitian pengukuran hujan, yaitu jumlah dan pola penyebaran stasiun hujan (Kustamar., 2019: 20). Metode yang digunakan adalah Metode Rata-rata Aljabar.

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+\dots+d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

Dimana :

d = Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = Tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,3,...,n

n = Banyaknya pos penakar

Analisa distribusi frekuensi

Analisis frekuensi curah hujan adalah berulangnya curah hujan baik jumlah frekuensi persatuan waktu maupun periode ulangnya. 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).

Waktu konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam daerah tangkapan air

ke saluran terdekat (t_0) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau (td). Analisis debit buangan penduduk Waktu konsentrasi (t_c) menggunakan persamaan Kirpich (1940) (Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU., 2012: 15)

$$t_c = 0,0195L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \cdot n$$

Atau dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$t_c = t_0 + td$$

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{S^{1/2}} \right]^{0,167}$$

$$td = \frac{L_s}{60V}$$

Dimana :

- t_0 = Waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (*inlet time*) (menit)
- L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)
- n = Angka kekasaran manning
- S = Kemiringan lahan (m)
- td = Waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) (menit)
- L_s = Panjang lintasan aliran di dalam saluran (m)
- V = Kecepatan aliran didalam saluran (m/dtk)

Intensitas hujan (I)

Menurut Wesli., (2008) intensitas hujan adalah termasuk dari karakteristik hujan yang juga terdapat durasi hujan yaitu lama kejadian (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Intensitas curah hujan dihitung berdasarkan data-data sebagai berikut: data curah hujan, periode ulang dan lamanya waktu curah hujan. Berikut rumus Mononobe (Suripin, 2004) untuk menghitung intensitas hujan:

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

Dimana

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)
- t = Lamanya hujan (jam)

Koefisien limpasan (*run-off*)

Harga koefisien limpasan pengaliran suatu daerah yang terdiri dari beberapa jenis tanah, dapat ditentukan dengan mengambil harga rata-rata koefisien pengaliran dari setiap tata guna lahan, yaitu dengan memperhitungkan bobot masing-masing bagian sesuai dengan luas daerah yang diwakilinya dinyatakan dengan rumus sebagai berikut (Subarkah, 1980: 15) :

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_x \cdot c_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dimana :

- C_m = Koefisien pengaliran rata-rata
- n = Banyaknya jenis penggunaan tanah dalam suatu pengaliran
- A_i = Luas daerah dari masing-masing tata guna lahan
- C_i = Koefisien pengaliran dari masing-masing tata guna lahan

Metode Rasional

Menurut Suripin., (2004) metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umumnya dipakai adalah Metode Rasional USSCS (1993).

$$Q = 0,278 C.I.A$$

Dimana :

- Q = Debit (m^3/dtk)
- C = Koefisien limpasan permukaan (*run-off*)
- I = Intensitas Hujan Selama t jam atau selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = Luas DAS (Km^2)
- 0,278 = Faktor konversi

Analisis Debit Buangan Penduduk

Air buangan penduduk adalah hasil sisa air atau bekas air yang telah dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Dalam menentukan jumlah air kotor (limbah) yang dihasilkan penduduk, harus dihitung proyeksi jumlah penduduk berdasarkan beberapa pendekatan.

Proyeksi pertumbuhan penduduk dengan Metode Aritmatik :

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

Proyeksi pertumbuhan penduduk dengan Metode Geometri :

$$P_n = P_0 \cdot (1+q)^n$$

Proyeksi pertumbuhan penduduk dengan Metode Eksponensial :

$$P_n = (P_0 \cdot e)^{r \cdot n}$$

Dimana :

- P_n = Jumlah penduduk pada tahun rencana
- P_0 = Jumlah penduduk pada tahun dasar
- n = Selisih tahun proyeksi terhadap tahun dasar
- q = Tingkat perkebangann penduduk
- e = Bilangan eksponensial = 2,7182818
- r = Angka pertumbuhan penduduk

Air buangan penduduk dihitung berdasarkan kebutuhan air bersihnya. Diperkirakan yang masuk melalui saluran pengumpul air buangan adalah sebesar 50 % - 80 % dari kebutuhan air bersihnya. Besarnya nilai debit air buangan dapat dihitung dengan rumus (Suhardjono, 1984.) :

$$Q_k = \frac{P_n \cdot q_w}{A}$$

Dimana :

- Q_k = Debit air kotor (m³/dtk)
- P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke-n (Jiwa)
- q_w = Jumlah air buangan (m³/dtk)
- A = Luas daerah (km²)

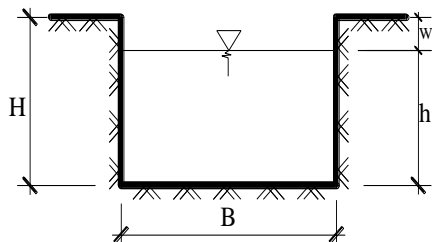
Jumlah air buangan dihitung menggunakan rumus :
 $q_k = 70 \% \times \text{Kebutuhan Air Penduduk}$

Analisa Hidrolika

Bentuk saluran paling ekonomis

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewatkan debit maksimum untuk luaspenampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk, dijabarkan sebagai berikut (Suripin., 2004:146).

1. Penampang berbentuk persegi



Gambar 1. Penampang Berbentuk Persegi

a. Luas penampang basah (A)

$$A = Bh$$

b. Keliling basah (P)

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

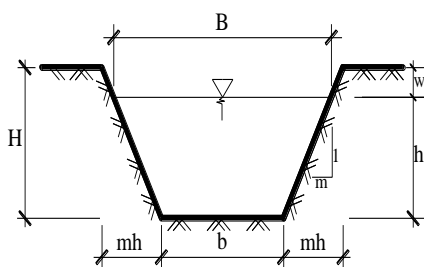
c. Jari-jari hidraulik (R)

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

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)

2. Penampang berbentuk trapesium



Gambar 2. Penampang Berbentuk Trapesium

a. Luas penampang basah (A)

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

b. Keliling basah (P)

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

$$P = \frac{A}{h} + 2h$$

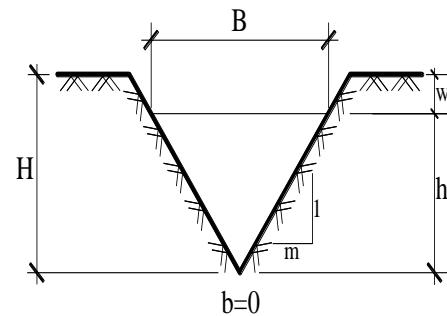
c. Jari-jari hidraulik (R)

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

Dimana :

- R = Jari-jari hidraulik (m)
- P = Keliling basah saluran (m)
- A = Luas penampang basah saluran (m²)
- B = Lebar dasar saluran (m)
- b = Lebar atas saluran (m)
- h = Tinggi air dalam saluran (m)
- m = Kemiringan talud (m)

3. Penampang berbentuk segitiga



Gambar 3. Penampang Berbentuk Segitiga

a. Luas penampang basah (A)

$$A = h^2 \tan \theta \text{ atau } h = \sqrt{\frac{A}{\tan \theta}}$$

b. Keliling basah (P)

$$P = (2h) \sec \theta$$

Dimana :

- A = Luas penampang basah saluran (m²)
- h = Tinggi air dalam saluran (m)
- P = Keliling basah saluran (m)

Kecepatan aliran

Dalam Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU., 2012 Kecepatan aliran rata-rata dihitung dengan Rumus Chezy, Manning dan Strickler. Rumus-rumusny adalah sebagai berikut :

1. Rumus Chezy

$$V = C\sqrt{RI}$$

Dimana :

- V = Kecepatan aliran (m/dtk)
- C = Koefisien Chezy
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- I = Kemiringan dasar saluran (%)

2. Rumus Manning

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

Dimana :

- V = Kecepatan aliran (m/dtk)
- n = Koefisien manning
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- I = Kemiringan dasar saluran (%)

3. Rumus Strickler

$$V = ks R^{2/3} I^{1/2}$$

Tinggi jagaan (w)

Menurut SNI., (2011) tinggi jagaan berfungsi untuk mencegah terjadinya luapan air pada saluran drainase.

$$w = 0,5 h$$

Dimana :

W = Tinggi jagaan (m)

h = Kedalaman air yang tergenang (m)

Kemiringan dasar saluran (S)

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

$$S = \frac{\Delta t}{L} = \frac{(t_2 - t_1)}{L}$$

Dimana :

S = Kemiringan dasar saluran

t₁ = Tinggi tanah di bagian terendah (m)

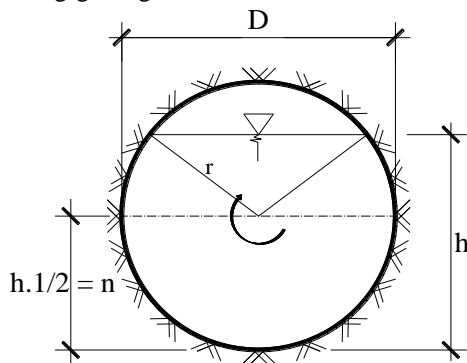
t₂ = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

L = Panjang Saluran (m)

Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap adalah bangunan yang melengkapi sistem drainase berupa gorong-gorong, bak penampung dan inlet. Berikut bangunan-bangunan pelengkap yang digunakan :

1. Gorong-gorong



Gambar 4. Gorong-gorong

Dalam analisis dimensi gorong – gorong digunakan rumus yang sama seperti pada analisis dimensi saluran yaitu :

$$h = 0,80 D$$

$$V = \frac{1}{8} (\theta - \sin \theta) D^2$$

$$P = 2 r \theta$$

$$\theta = 4,5 \text{ Radian}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi r^2}{2\pi r} = \frac{r}{2}$$

Dimana :

H = Tinggi permukaan air (m)

Q = Debit rencana (m³/dtk)

V = Kecepatan rata-rata dalam

saluran (m/dtk)

A = Luas penampang basah (m²)

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran (%)

n = Koefisien kekasaran manning

2. Bak penampung

Bak penampung adalah bangunan yang berfungsi sebagai bak penangkap sedimentasi dan dibuat pada pertemuan dua atau lebih saluran. Bak penampung biasanya dibuat dengan dimensi yang lebih besar dari pada saluran drainase, agar saluran menjadi ekonomis nilai b = 0,8h (Modul Drainase:2016).

a. Luas penampang basah (A)

$$A = b \times h$$

b. Keliling basah (P)

$$P = B + 2h$$

c. Jari-jari hidraulik (R)

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

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)

3. Inlet

Inlet adalah lubang disisi jalan yang berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang berada di sepanjang jalan menuju saluran drainase. Adapun rumus yang biasa digunakan dalam perencanaan inlet adalah (Modul Drainase:2016) :

a. Jarak antar lubang inlet

$$D = \frac{280}{w} \times \sqrt{S} \leq 50 \text{ m}$$

Dimana :

D = Jarak antar lubang inlet (m)

w = Lebar jalan (m)

S = Kemiringan jalan (5) = 2 %

b. Jumlah lubang inlet

$$N = \frac{Ls}{D}$$

Dimana :

N = Jumlah lubang inlet

D = Jarak antar lubang inlet (m)

Ls = Panjang saluran rencana (m)

c. Luas lubang inlet

$$A = \frac{0,5 \times w \times D}{10000}$$

Dimana :

A = Luas lubang inlet (Ha)

D = Jarak antar lubang inlet (m)

w = Lebar jalan (m)

d. Tinggi genangan air pada badan jalan

$$d = 0,046 \times \sqrt{(D \times I)} \times (1/s)^{0,2}$$

- Dimana :
- d = Tinggi genangan (mm)
 - D = Jarak antar lubang *inlet* (m)
 - S = Kemiringan jalan (%) = 2 %
- e. Kapasitas *inlet*
- $$Q = 0,36 \times g \times d^{3/2} \times L$$
- Dimana :
- Q = Kapasitas *inlet* (m³/dtk)
 - g = percepatan gravitasi (m/dtk²)
 - d = Tinggi *inlet* (m)
 - L = Lebar *inlet* (m)

Metode

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada kawasan Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I yang berada di Kelurahan Liliba Kecamatan Oebobo dan Kelurahan Oesapa Selatan Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang. Peneliti melakukan penelitian tentang perencanaan saluran drainase jalan raya di kawasan Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I. Dengan luas total Daerah Tangkapan Air (DTA) adalah ± 82,272 Ha. Waktu penelitian dan analisis data hasil penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 3 bulan, yaitu terhitung mulai Desember 2022 sampai Februari 2023.

Objek penelitian

Objek penelitian yang ditinjau adalah daerah atau kawasan yang dilakukan perencanaan saluran drainase, yaitu: Kawasan Jalan Farmasi dan Jalan Bumi I Kota Kupang.

Sumber data

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dilapangan, berupa kondisi daerah pengaliran, data Panjang dan lebar jalan serta pengambilan foto udara menggunakan drone untuk pembuatan data DEM (*Digital Elevation Model*).

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber-sumber yang sudah ada. Data sekunder yang digunakan adalah :Data curah hujan yang diambil dalam waktu 20 tahun terakhir, yaitu Tahun 2002 - 2021 dari Stasiun Lasiana, Stasiun Eltari dan Stasiun Tarus dan Data penduduk diambil dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Kupang.

Teknik analisis data

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

1. Analisis hidrologi

- a. Pengisian data hujan kosong menggunakan Metode *Normal Ratio*.

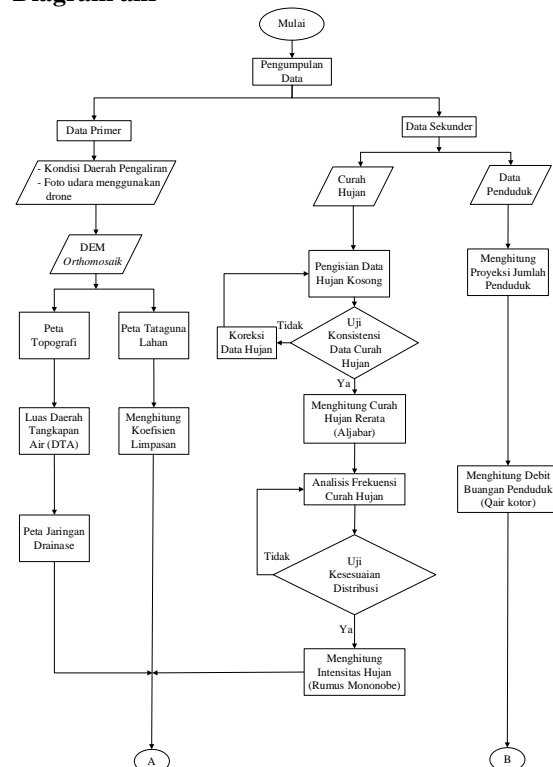
- b. Menghitung curah hujan rata-rata menggunakan Metode Rata-rata Aljabar.
- c. Uji konsistensi data curah hujan menggunakan Metode Curva Masa Ganda (*Double Massa Curve*).
- d. Frekuensi curah hujan rencana dihitung menggunakan Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Gumbel Tipe I.
- e. Uji kecocokan distribusi menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorof dan Uji Chi-Square
- f. Perhitungan intensitas hujan menggunakan Rumus Mononobe.
- g. Menghitung debit rencana menggunakan Metode Rasional.
- h. Menghitung besar debit rencana. Untuk menghitung debit rencana perlu dihitung terlebih dahulu bes var debit banjir (Q_{banjir}) dan besar debit air kotor ($Q_{\text{air kotor}}$).

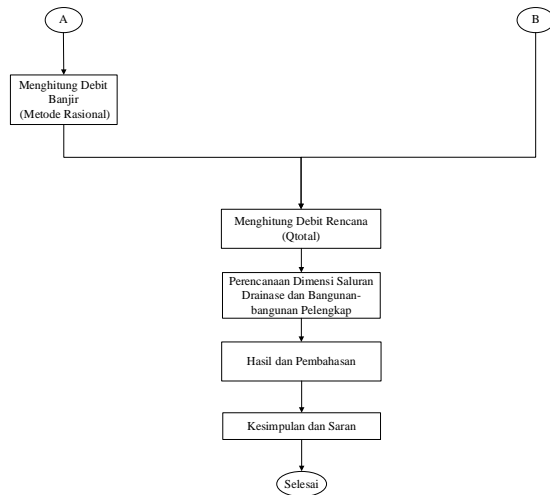
2. Analisis hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk menghitung dimensi saluran drainase, dimensi bangunan pelengkap dan besar debit saluran drainase. Analisis hidrolika terdiri dari beberapa, yaitu :

- a. Menghitung besar debit saluran drainase.
- b. Menghitung dimensi saluran drainase.
- c. Menghitung dimensi bangunan-bangunan pelengkap (*inlet*, gorong-gorong dan bak penampung).

Diagram alir





Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

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 Metode Rata-rata Aljabar

No	Kejadian Hujan			Curah Hujan Maksimum Metode Rata-rata Aljabar (mm)
	Tanggal	Bulan	Tahun	
1	15	Februari	2002	55,253
2	20	Februari	2003	124,736
3	4	Februari	2004	71,923
4	20	Oktober	2005	51,214
5	4	Maret	2006	186,177
6	23	Februari	2007	118,667
7	21	Februari	2008	130,000
8	15	Desember	2009	102,667
9	18	Januari	2010	86,333
10	31	Maret	2011	60,833
11	2	Februari	2012	72,000
12	6	Januari	2013	131,000
13	22	Januari	2014	81,980
14	11	Januari	2015	109,305
15	6	Mei	2016	66,356
16	3	Februari	2017	119,811
17	23	Desember	2018	183,006
18	30	Januari	2019	61,023
19	2	Maret	2020	54,724
20	4	April	2021	265,018

Analisis distribusi frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk memperoleh curah hujan rencana pada kala ulang tertentu. Kala ulang yang digunakan adalah kala ulang 5 tahun, sedangkan analisis distribusi frekuensi yang digunakan adalah Metode Gumbel Tipe I dan Metode Log Pearson Tipe III. Besar curah hujan rencana kala ulang 5 tahun untuk distribusi Gumbel Tipe I diperoleh sebesar 156,778 mm, sedangkan distribusi Log Pearson Tipe III diperoleh curah hujan rencana sebesar 139,014 mm.

Analisis intensitas curah hujan saluran

Perhitungan analisis intensitas curah hujan saluran ditentukan berdasarkan data curah hujan yang telah dianalisis menggunakan Metode Log Pearson Tipe III dengan kala ulang 5 tahun yang ditentukan berdasarkan tipologi kota. Dimana Kota Kupang termasuk dalam kategori kota sedang dan daerah tangkapan air (DTA) ± 82,272 Ha.

Tabel 2. Intensitas (I) Hujan Saluran

No	Kode Lokasi	Nama Saluran	(tc) (Jam)	R24 (mm/jam)	I (mm/Jam)
1		A-1	0,030	139,014	503,716
2	A	A-2	0,235	139,014	126,610
3		B-1	0,048	139,014	366,514
4	B	B-2	0,101	139,014	221,944
5		C-1	0,114	139,014	205,337
6	C	C-2	0,174	139,014	154,917
7		D-1	0,293	139,014	109,270
8	D	D-2	0,201	139,014	140,460
9		E-1	0,134	139,014	184,398
10	E	E-2	0,048	139,014	363,428
11		F-1	0,103	139,014	218,919
12	F	F-2	0,060	139,014	316,038
13		G-1	0,077	139,014	265,709
14	G	G-2	0,049	139,014	362,046
15		H-1	0,033	139,014	473,010
16	H	H-2	0,050	139,014	354,794
17		I-1	0,350	139,014	97,036
18	I	I-2	0,211	139,014	135,998
19		J-1	0,148	139,014	172,625
20		J-2	0,053	139,014	341,447
21	J	J-3	0,051	139,014	349,482

Koefisien limpasan permukaan (C)

tata guna lahan dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan tabel pada Lampiran 16, yaitu :

- Tata guna lahan dengan kondisi tidak terawat, taman atau lahan kosong memiliki koefisien antara 0,10 - 0,30 (digunakan 0,30 sebagai C_1).
- Tata guna lahan sebagai atap memiliki koefisien 0,75 – 0,95 (digunakan 0,95 sebagai C_2).
- Tata guna lahan sebagai aspal/beton memiliki koefisien 0,70 – 0,95 (digunakan 0,95 sebagai C_3).

Tabel 3. Koefisien Limpasan (C) Saluran

No	Kode Lokasi	Nama Saluran	Lahan Kosong		Atap Bangunan		Aspal/Beton		C	C
			C	A (Ha)	C	A (Ha)	C	A (Ha)		
1		A-1	0,300	0,148	0,950	0,009	0,950	0,021	0,411	0,411
2	A	A-2	0,300	0,718	0,950	0,279	0,950	0,052	0,505	0,511
3		B-1	0,300	0,063	0,950	0,000	0,950	0,018	0,443	0,443
4	B	B-2	0,300	1,409	0,950	0,431	0,950	0,054	0,467	0,467
5		C-1	0,300	0,003	0,950	0,005	0,950	0,004	0,773	0,561
6	C	C-2	0,300	2,067	0,950	0,525	0,950	0,182	0,466	0,466
7		D-1	0,300	0,693	0,950	0,394	0,950	0,068	0,560	0,494
8	D	D-2	0,300	0,567	0,950	0,180	0,950	0,056	0,492	0,540
9		E-1	0,300	0,124	0,950	0,017	0,950	0,018	0,443	0,569
10	E	E-2	0,300	0,264	0,950	0,124	0,950	0,051	0,559	0,559
11		F-1	0,300	0,096	0,950	0,100	0,950	0,022	0,663	0,604
12	F	F-2	0,300	0,198	0,950	0,135	0,950	0,035	0,601	0,601
13		G-1	0,300	0,160	0,950	0,094	0,950	0,025	0,577	0,622
14	G	G-2	0,300	0,169	0,950	0,087	0,950	0,033	0,570	0,570
15		H-1	0,300	0,084	0,950	0,075	0,950	0,019	0,644	0,644
16	H	H-2	0,300	0,174	0,950	0,148	0,950	0,049	0,645	0,645
17		I-1	0,300	0,948	0,950	0,171	0,950	0,066	0,430	0,488
18	I	I-2	0,300	0,677	0,950	0,369	0,950	0,072	0,556	0,581
19		J-1	0,300	0,033	0,950	0,062	0,950	0,011	0,748	0,599
20	J	J-2	0,300	0,166	0,950	0,093	0,950	0,039	0,588	0,588
21		J-3	0,300	0,129	0,950	0,109	0,950	0,029	0,636	0,636

Analisis debit banjir Metode Rasional

Tabel 4. Debit Banjir Metode Rasional

No	Kode Lokasi	Nama Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Q _{AH} (m ³ /dtk)
1	A	A-1	0,411	503,716	0,179	0,103
2		A-2	0,511	126,610	5,811	1,044
3	B	B-1	0,443	366,514	0,081	0,036
4		B-2	0,467	221,944	1,895	0,545
5	C	C-1	0,561	205,337	1,988	0,636
6		C-2	0,466	154,917	2,774	0,556
7	D	D-1	0,494	109,270	7,144	1,072
8		D-2	0,540	140,460	1,987	0,419
9	E	E-1	0,569	184,398	0,745	0,217
10		E-2	0,559	363,428	0,438	0,247
11	F	F-1	0,604	218,919	0,785	0,288
12		F-2	0,601	316,038	0,368	0,194
13	G	G-1	0,622	265,709	0,828	0,380
14		G-2	0,570	362,046	0,288	0,166
15	H	H-1	0,644	473,010	0,179	0,151
16		H-2	0,645	354,794	0,371	0,236
17	I	I-1	0,488	97,036	10,315	1,358
18		I-2	0,581	135,998	3,664	0,805
19	J	J-1	0,599	172,625	2,248	0,647
20		J-2	0,588	341,447	0,298	0,166
21	J-3	0,636	349,482	0,266	0,164	

Analisis debit buangan penduduk

Perhitungan debit air kotor penduduk dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Debit Air Buangan Penduduk

No	Kode Lokasi	Nama Saluran	Kala Ulang (Tahun)	Luas Layanan		Q _{AK} (m ³ /dtk/Ha)	Q _{AK} (m ³ /dtk)	Q _{AK} Desain (m ³ /dtk)
				Km ²	Ha			
1	A	A-1	5,000	0,002	0,179	0,000034	0,000006	0,000006
2		A-2	5,000	0,058	5,811	0,000034	0,000199	0,000429
3	B	B-1	5,000	0,001	0,081	0,000034	0,000003	0,000003
4		B-2	5,000	0,019	1,895	0,000034	0,000065	0,000065
5	C	C-1	5,000	0,020	1,988	0,000034	0,000068	0,000136
6		C-2	5,000	0,028	2,774	0,000034	0,000095	0,000095
7	D	D-1	5,000	0,071	7,144	0,000034	0,000244	0,000679
8		D-2	5,000	0,020	1,987	0,000034	0,000068	0,000148
9	E	E-1	5,000	0,007	0,745	0,000034	0,000025	0,000065
10		E-2	5,000	0,004	0,438	0,000034	0,000015	0,000015
11	F	F-1	5,000	0,008	0,785	0,000034	0,000027	0,000065
12		F-2	5,000	0,004	0,368	0,000034	0,000013	0,000013
13	G	G-1	5,000	0,008	0,828	0,000034	0,000028	0,000047
14		G-2	5,000	0,003	0,288	0,000034	0,000010	0,000010
15	H	H-1	5,000	0,002	0,179	0,000034	0,000006	0,000006
16		H-2	5,000	0,004	0,371	0,000034	0,000013	0,000013
17	I	I-1	5,000	0,103	10,315	0,000034	0,000353	0,001180
18		I-2	5,000	0,037	3,664	0,000034	0,000125	0,000350
19	J	J-1	5,000	0,022	2,248	0,000034	0,000077	0,000214
20		J-2	5,000	0,003	0,298	0,000034	0,000010	0,000010
21	J-3	5,000	0,003	0,266	0,000034	0,000009	0,000009	

Analisis debit rencana

Debit rencana adalah besar debit yang diperoleh dari jumlah debit air hujan (Q_{AH}) dan debit air kotor (Q_{AK}) buangan penduduk. Hasil perhitungan debit rencana dapat dilihat dalam tabel 6.

Tabel 6. Analisis Debit Rencana

No	Kode Lokasi	Nama Saluran	Q _{AH} (m ³ /dtk)	Q _{AK} (m ³ /dtk)	Q _{Rencana} (m ³ /dtk)
1	A	A-1	0,1028	0,000006	0,103
2		A-2	1,0442	0,000429	1,045
3	B	B-1	0,0365	0,000003	0,036
4		B-2	0,5454	0,000065	0,545
5	C	C-1	0,6364	0,000136	0,637
6		C-2	0,5563	0,000095	0,556
7	D	D-1	1,0717	0,000679	1,072
8		D-2	0,4188	0,000148	0,419
9	E	E-1	0,2174	0,000065	0,217
10		E-2	0,2471	0,000015	0,247
11	F	F-1	0,2884	0,000065	0,288
12		F-2	0,1943	0,000013	0,194
13	G	G-1	0,3804	0,000047	0,380
14		G-2	0,1656	0,000010	0,166
15	H	H-1	0,1514	0,000006	0,151
16		H-2	0,2357	0,000013	0,236
17	I	I-1	1,3576	0,001180	1,359
18		I-2	0,8052	0,000350	0,806
19	J	J-1	0,6466	0,000214	0,647
20		J-2	0,1664	0,000010	0,166
21	J-3	0,1642	0,000009	0,164	

Analisis hidrolika

Dalam analisis hidrolika direncanakan dimensi saluran drainase dan bangunan pelengkap yang terdiri dari gorong-gorong dan bak penampung.

Perhitungan dimensi saluran drainase

Dalam perencanaan saluran drainase ini, direncanakan saluran drainase terbuka, karena saluran ini dinilai lebih ekonomis

Tabel 6. Dimensi Saluran Drainase Rencana

No	Kode Lokasi	Nama Saluran	Q (m ³ /dtk)	h (m)	b (m)	w (m)	H (m)
1	A	A-1	0,103	0,148	0,296	0,272	0,420
2		A-2	1,045	0,407	0,814	0,451	0,858
3	B	B-1	0,036	0,127	0,255	0,252	0,380
4		B-2	0,545	0,328	0,655	0,405	0,733
5	C	C-1	0,637	0,331	0,662	0,407	0,738
6		C-2	0,556	0,323	0,647	0,402	0,725
7	D	D-1	1,072	0,395	0,791	0,445	0,840
8		D-2	0,419	0,301	0,602	0,388	0,689
9	E	E-1	0,217	0,246	0,492	0,351	0,597
10		E-2	0,247	0,216	0,432	0,329	0,545
11	F	F-1	0,288	0,254	0,507	0,356	0,610
12		F-2	0,194	0,219	0,439	0,331	0,551
13	G	G-1	0,380	0,290	0,579	0,381	0,670
14		G-2	0,166	0,189	0,378	0,307	0,496
15	H	H-1	0,151	0,223	0,446	0,334	0,557
16		H-2	0,236	0,222	0,444	0,333	0,555
17	I	I-1	1,359	0,406	0,813	0,451	0,857
18		I-2	0,806	0,369	0,738	0,430	0,799
19	J	J-1	0,647	0,342	0,683	0,413	0,755
20		J-2	0,166	0,186	0,372	0,305	0,491
21	J-3	0,164	0,185	0,370	0,304	0,489	

Perhitungan dimensi gorong-gorong

Sesuai dengan fungsinya, gorong-gorong perlu direncanakan untuk mengalirkan air melewati jalan raya yang terdapat dalam daerah yang akan direncanakan saluran drainase. Hasil perhitungan dimensi gorong-gorong dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Dimensi Gorong-gorong

No	Nama GG	d (m)	w (m)	d total (m)
1	GG-1	0,567	0,113	0,680
2	GG-2	0,317	0,063	0,380
3	GG-3	0,309	0,062	0,371
4	GG-4	0,626	0,125	0,751
5	GG-5	0,719	0,144	0,863
6	GG-6	0,370	0,074	0,444
7	GG-7	0,777	0,155	0,932
8	GG-8	0,881	0,176	1,058
9	GG-9	0,842	0,168	1,011
10	GG-10	0,877	0,175	1,053
11	GG-11	0,851	0,170	1,021
12	GG-12	0,821	0,164	0,985
13	GG-13	0,823	0,165	0,988
14	GG-15	0,330	0,066	0,396
15	GG-14	0,870	0,174	1,044
16	GG-16	0,868	0,174	1,042
17	GG-17	0,833	0,167	0,999
18	GG-18	0,855	0,171	1,026
19	GG-19	0,470	0,094	0,564
20	GG-20	0,811	0,162	0,973
21	GG-21	0,837	0,167	1,005

Perhitungan dimensi bak penampung

Perencanaan bak penampung bertujuan untuk menangkap sedimen yang mengalir bersama aliran air didalam saluran drainase. Bak penampung biasanya di dibuat dengan dimensi yang lebih besar dan lebih dalam dari saluran drainase. Hasil perhitungan dimensi bak penampung dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. Dimensi Bak Penampung

No	Nama BP	h (m)	b (m)	w (m)	H (m)
1	BP-1	0,584	0,467	0,540	1,124
2	BP-2	0,644	0,515	0,568	1,212
3	BP-3	0,741	0,593	0,609	1,350
4	BP-4	0,800	0,640	0,632	1,432
5	BP-5	0,908	0,726	0,674	1,582
6	BP-6	0,868	0,694	0,659	1,526
7	BP-7	0,903	0,723	0,672	1,576
8	BP-8	0,877	0,701	0,662	1,539
9	BP-9	0,845	0,676	0,650	1,495
10	BP-10	0,848	0,678	0,651	1,499
11	BP-11	0,896	0,717	0,669	1,566
12	BP-12	0,894	0,715	0,669	1,563
13	BP-13	0,858	0,686	0,655	1,512
14	BP-14	0,881	0,704	0,664	1,544
15	BP-15	0,484	0,387	0,492	0,976
16	BP-16	0,835	0,668	0,646	1,481
17	BP-17	0,862	0,690	0,657	1,519
18	BP-18	0,481	0,385	0,490	0,971
19	BP-19	0,841	0,673	0,648	1,489
20	BP-20	0,559	0,447	0,529	1,087
21	BP-21	1,161	0,929	0,762	1,923

Kesimpulan

1. Besar debit rencana setiap saluran drainase yang akan direncanakan memiliki besar debit yang bervariasi, berkisar antara 0,036 m³/dtk sampai 6,959 m³/dtk. Debit maksimum terdapat pada Saluran Primer AJ-1 dengan besar debit adalah 6,959 m³/dtk, sedangkan debit minimum terdapat pada Saluran Sekunder B-1 dengan besar debit adalah 0,036 m³/dtk.
2. Saluran drainase yang direncanakan terdapat 152 saluran, dengan dimensi yang bervariasi. Saluran drainase yang direncanakan berbentuk persegi, dengan dimensi rata-rata, yakni (H) = 0,750 m dan (b) = 0,690 m.
3. Bangunan-bangunan pelengkap yang direncanakan terdiri dari Gorong-gorong, bak penampung dan *inlet*. Bangunan pelengkap juga memiliki dimensi yang bervariasi. Gorong-gorong yang direncanakan terdapat 82 bangunan

dengan dimensi rata-rata, yakni $(d) = 0,657$ m, Bak penampung yang akan direncanakan terdapat 67 bangunan dengan dimensi rata-rata, yakni $(H) = 1,192$ m dan $(b) = 0,507$ m, dan *inlet* saluran drainase direncanakan dengan dimensi $(d) = 0,100$ m dan $(L) = 0,200$ m.

Daftar Pustaka

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi Offset: Yogyakarta.

Kamiana, I. M. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Kono, A. K., Bunganaen, W., & Ramang, R. (2020). *Perencanaan Sistem Drainase Di Kota Kefamenanu (Studi Kasus: Kelurahan Kefamenanu Tengah Dan Kefamenanu Selatan)*. *Jurteks: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 01-10.

Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. 2012. *Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum.