

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE DI KOTA KEFAMENANU (Studi Kasus : Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kefamenanu Selatan)

Alfredo Khrisantus Kono¹, Wilhelmus Bunganaen^{2*}, Ruslan Ramang³

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

^{1,2,3}Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto Penfui, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

* E-mail : alfredokono74@gmail.com, wilembunganaen@yahoo.co.id, Ruslan.ramang@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan pada suatu kawasan mengakibatkan lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang karena permukaan tanah yang tertutup oleh aspal dan pemukiman ditambah dengan kondisi sistem drainase yang buruk akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang. Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kefamenanu Selatan menjadi pusat aktivitas dan kegiatan ekonomi masyarakat di Kota Kefamenanu. Perkembangan sarana dan prasarana pada kedua wilayah tersebut menimbulkan permasalahan mengenai genangan air. Hasil penelitian curah hujan digunakan kala ulang 2 tahun sebesar 68,961mm dan saluran yang direncanakan berjumlah 68 saluran berbentuk persegi. Berdasarkan pemilihan alternatif maka 44 saluran dipertahankan dimensinya, 5 saluran diubah dimensi dan dikombinasikan dengan sumur resapan serta 19 saluran direncanakan baru. Dimensi saluran rata-rata $b=0,82m$, $h=0,86m$, 16 gorong-gorong dengan diameter rata-rata 0,68m dan 12 Bak penampung rata-rata $b=0,60m$ dan $h=1,30m$. Sumur resapan direncanakan pada 74 bangunan dengan diameter 1,0m yang dibuat dalam 2 tipe yaitu Tunggal ($< 1,5m$) dan Paralel ($>1,5m$).

Kata kunci : Sistem Drainase, Debit Rencana, Debit Eksisting, Sumur Resapan

PENDAHULUAN

Kota Kefamenanu merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kecamatan Kota Kefamenanu terdiri dari 9 Kelurahan dengan luas wilayah $\pm 74 km^2$ dan kepadatan penduduk $\pm 575 jiwa/km^2$. Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kefamenanu Selatan merupakan 2 wilayah terpadat, saling terhubung dengan luas wilayah $\pm 1600 ha$ (BPS, 2017). Ke-2 Kelurahan tersebut menjadi pusat aktivitas dan kegiatan ekonomi masyarakat Kota Kefamenanu. Hal ini dikarenakan terdapatnya pasar tradisional, pertokoan, terminal bus, sekolah, rumah sakit, tempat ibadah dan pemukiman warga. Namun perkembangan sarana dan prasarana pada kedua wilayah tersebut juga menimbulkan permasalahan mengenai genangan air. Drainase yang seharusnya melayani pembuangan air tidak berfungsi secara optimal, saat musim hujan debit air yang berlebih membuat genangan air. Selain itu di beberapa ruas jalan belum tersedia jaringan drainase dan laju aliran air yang terhambat dikarenakan kondisi drainase

yang mengalami pendangkalan akibat endapan lumpur dan sampah. Pada Kelurahan Kefamenanu Tengah genangan air terjadi diruas Jalan Kartini sedangkan Kelurahan Kefamenanu Selatan lokasi genangan air terjadi diruas jalan sekitar terminal Kefamenanu dan jalan El Tari. Perencanaan sistem drainase yang baik dan terkoneksi menjadi salah satu solusi untuk menanggulangi genangan air berlebih di Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kelurahan Kefamenanu Selatan yang dikombinasikan dengan pembuatan sumur resapan disetiap bangunan baik rumah tinggal penduduk maupun bangunan pertokoan.

TINJAUAN PUSTAKA

Defenisi Drainase

Drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah maupun air yang berada dibawah permukaan tanah. Kelebihan air dapat disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi atau akibat dari durasi hujan yang lama.

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan pada suatu kawasan (Wesli, 2008).

Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan dilakukan untuk mengetahui besarnya hujan rencana dengan kala ulang tertentu. Hasil dari analisa curah hujan ini digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana dengan kala ulang yang ditinjau dan analisa frekuensi curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode Log Pearson tipe III.

Pemeriksaan Kesesuaian Uji Frekuensi

Tujuan pemeriksaan uji frekuensi adalah untuk mengetahui kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan. atau yang memperoleh secara teoritis dan mengetahui hipotesa (diterima atau ditolak).

a. Uji smirnov-kolmogorov

Uji smirnov-kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non-parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

b. Uji Chi-kudrat

Uji chikuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus (Edisono, dkk 1997)

$$t_c = t_o + t_d \quad (1)$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{i}} \right)^{0,167} \quad (2)$$

$$t_d = \frac{L}{60 \times V} \quad (3)$$

Waktu konsentrasi (t_c) menurut Kirpich (KemenPU, 2011) dapat dihitung dengan rumus :

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad (4)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi (menit)

t_o = Waktu air untuk mengalir diatas permukaan tanah menuju saluran drainase

t_d = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik tinjau

L = Panjang Saluran (m)

L_o = Panjang saluran dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (m)

S = Kemiringan dasar saluran

V = Kecepatan air rata-rata saluran drainase (m/dtk)

n = Koefisien Kekasaran

Menentukan Debit Aliran

Faktor-faktor yang mempengaruhi debit aliran yaitu; intensitas curah hujan, luas daerah pengaliran, koefisien pengaliran dan perhitungan debit air limbah penduduk.

Intensitas curah hujan

1. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan adalah rata-rata dari hujan yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi (t_c) dengan masa ulang tertentu. 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:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (5)$$

Dimana:

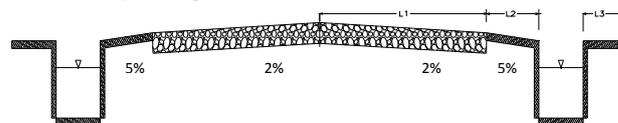
I = Intensitas Curah Hujan (mm)

R_{24} = curah hujan maksimum 24 jam (mm)

t = lamanya curah hujan (jam)

2. Luas daerah pengaliran

Batas-batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah kelilingnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Potongan Melintang Jalan

Sumber : SNI 2011:93

Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan : $(L_1 + L_2 + L_3)$ (6)

Dimana:

L_1 = Ditetapkan dari as jalan sampai ke tepi perkerasan (m)

L_2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan sampai ke tepi bahu jalan (m)

L_3 = Tergantung keadaan daerah sekitar (m)
Perkotaan (Daerah terbangun) ± 10 m
Luar Kota (*Rural Area*) ± 100 m

3. Koefisien pengaliran (C)

Koefisien pengaliran didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor ini yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir. Faktor utama yang mempengaruhi koefisien pengaliran (C) adalah; (1) Kemiringan lahan, (2) Tata guna lahan, dan (3) Intensitas hujan.

4. Debit akibat intensitas curah hujan

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 rumus untuk menghitung debit akibat intensitas hujan:

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (7)$$

Dimana :

Q = Debit banjir maksimum akibat curah hujan (m³/detik)

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (km²)

5. Debit air limbah penduduk

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air buangan hasil aktifitas penduduk yang berasal dari lingkungan rumah tangga, bangunan umum atau instalasi, bangunan komersial dan sebagainya. Dalam menentukan jumlah air kotor (limbah) yang dihasilkan penduduk, harus dihitung proyeksi jumlah penduduk berdasarkan beberapa pendekatan.

Perkiraan pertumbuhan penduduk dengan metode aritmatik

$$P_n = P_0 + (n \cdot r)P_0 \quad (8)$$

Perkiraan pertumbuhan dengan metode geometrik

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \quad (9)$$

Perkiraan pertumbuhan dengan Metode Eksponensial

$$P_n = P_0 \cdot e^{(n \cdot r)} \quad (10)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke n

P₀ = Jumlah penduduk akhir tahun data

r = pertumbuhan penduduk = $\frac{1}{t} \ln (P_t / P_0)$

n = Jangka waktu (tahun)

t = Jangka waktu tahun data

e = Bilangan logaritma = 2.7182818

Sistem air limbah dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$Q_{AK} = 0,80 \cdot (P \cdot q) \quad (11)$$

Dimana :

Q_{AK} = Sisa kebutuhan air rencana

0,80 = Faktor kehilangan air

P = Jumlah jiwa yang akan dilayani dengan tahun perencanaan.

q = kebutuhan air perorang perhari (Liter/Orang/Hari).

Debit Saluran Eksisting

Rumus yang digunakan untuk menghitung debit dimensi saluran adalah:

$$Q_{EX} = A \cdot V \quad (12)$$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (13)$$

Dimana :

Q_{EX} = Debit banjir eksisting (m³/detik)

A = Luas dimensi saluran yang sudah ada (m²)

V = Kecepatan air di saluran (m/detik)

n = Koefisien Kekasaran

R = Jari-jari hidrolis

S = Kemiringan Saluran

Dimensi Saluran

Debit aliran saluran yang sama dengan debit akibat hujan, harus dialirkan pada saluran bentuk empat persegi panjang, bentuk segi tiga, bentuk trapesium dan bentuk setengah lingkaran untuk drainase muka tanah (*surface drainage*). (Hasmar, H.A, 2012:22). Menurut Surat Keputusan Standar Nasional Indonesia tahun 2011 (SNI 2011:108), tinggi jagaan berfungsi untuk mencegah meluapnya air keluar dari saluran. Tinggi jagaan (w) untuk saluran ditentukan berdasarkan rumus : $w = \sqrt{0,5 d}$ dimana d adalah tinggi saluran yang terendam air atau tinggi jagaan dapat juga ditentukan berdasarkan standar perencanaan irigasi (KP-03:34).

SUMUR RESAPAN

Sumur Resapan merupakan skema sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum. Sumur resapan merupakan lubang untuk memasukan air kedalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi menaikkan air tanah ke permukaan (Kusnaedi, 2011).

Kedalaman Sumur Resapan (H)

Sunjoto (1988) dalam Pena, C (2016) mengusulkan suatu rumus sebagai dasar perhitungan kedalaman sumur resapan sebagai berikut :

$$H = \frac{Q_i}{F_K} (1 - e^{-\frac{F_K T}{\pi R^2}}) \quad (14)$$

Dimana :

H = Tinggi muka air dalam sumur (m)

T = Waktu pengaliran (dtk)

K = Koefisien Permeabilitas Tanah (m/dtk)

R = Jari-jari sumur (m)

F = Faktor Geometrik Sumur

Q = Debit air masuk (m³/dtk)

Debit Resapan

Berdasarkan hasil uji pemodelan tanah didapatkan nilai permeabilitas dari berbagai macam komposisi tanah. Nilai permeabilitas ini digunakan untuk mencari debit resapan yang terjadi.

$$Q_{resapan} = F \cdot K \cdot H \quad (15)$$

Dimana :

H = Tinggi muka air dalam sumur (m)

F = Faktor geometrik (m)

K = Koefisien Permeabilitas Tanah (m/dtk)

METODE PENELITIAN

Lokasi, Waktu dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Kecamatan Kota Kefamenanu khususnya pada Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kelurahan Kefamenanu Selatan. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Desember 2018 sampai Oktober 2019. Objek penelitian yang ditinjau adalah saluran drainase pada kedua kelurahan tersebut.

Sumber Data

Data primer dalam penelitian ini adalah dimensi saluran eksisting, lebar jalan, ruas yang belum dan yang sudah memiliki jaringan drainase dan pengamatan kondisi daerah pengaliran untuk penentuan koefisien pengaliran. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari instansi-instansi berupa data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) stasiun Klimatologi Lasiana dan Badan Pusat Statistik Kabupaten TTU, Data luas atap, peta topografi dan pola kontur, literatur dan peraturan-peraturan yang sesuai dengan penelitian ini.

Teknik Pengambilan Data dan Teknik Analisa Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi, teknik pengumpulan data, metode penelitian lapangan dan teknik dokumentasi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam teknik analisa data:

1. Analisa hidrologi
 - a. Menghitung curah hujan rencana maksimum dengan metode Log Pearson Tipe III.
 - b. Melakukan pengujian terhadap analisa curah hujan rencana dengan menggunakan uji kecocokan smirnov-kolmogrov dan chi-kuadrat.
 - c. Metode yang memenuhi syarat keterpenuhan dan diterima dalam uji kesesuaian frekuensi selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional.
2. Analisa kriteria perencanaan
 - a. Perencanaan hidrologis. Menghitung panjang saluran, intensitas curah hujan, koefisien pengaliran dan kapasitas pengaliran.
 - b. Perencanaan hidrolis. Menghitung besarnya debit rencana akibat intensitas curah hujan (Q_{CH}). Menghitung besarnya debit air kotor atau sisa kebutuhan air yang terbuang (Q_{AK}). Menghitung besarnya debit saluran lama atau eksisting (Q_{EX}).
 - c. Membuat perbandingan. Tujuan dilakukan perbandingan Q_R dan Q_{EX} untuk menentukan

perencanaan saluran yang tepat dapat dikelompokkan ke dalam (tiga) alternatif, yaitu:

Alternatif 1

Mempertahankan saluran eksisting yang sudah ada, apabila debit air yang melalui saluran eksisting lebih kecil dari debit saluran yang ada. Sehingga tidak perlu dilakukan perencanaan saluran yang baru ($Q_R < Q_{EX}$).

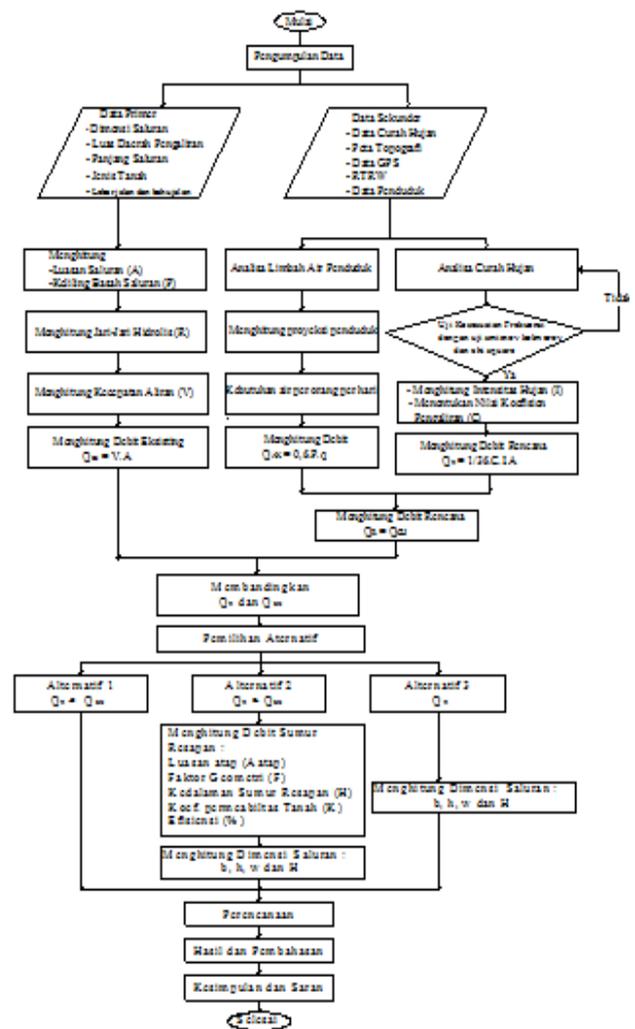
Alternatif 2

Memperbesar dimensi saluran eksisting dan dikombinasikan dengan pembuatan sumur resapan, dimana debit air yang melalui saluran eksisting lebih besar dari debit saluran yang ada ($Q_R > Q_{EX}$).

Alternatif 3

Membuat saluran yang baru, dimana di beberapa lokasi yang belum tersedia saluran perlu direncanakan agar semua saluran dapat terkoneksi sehingga menjadi suatu sistem saluran drainase yang baik (Q_R)

- d. Melakukan perhitungan dimensi saluran dan sumur resapan berdasarkan pemilihan alternatif.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

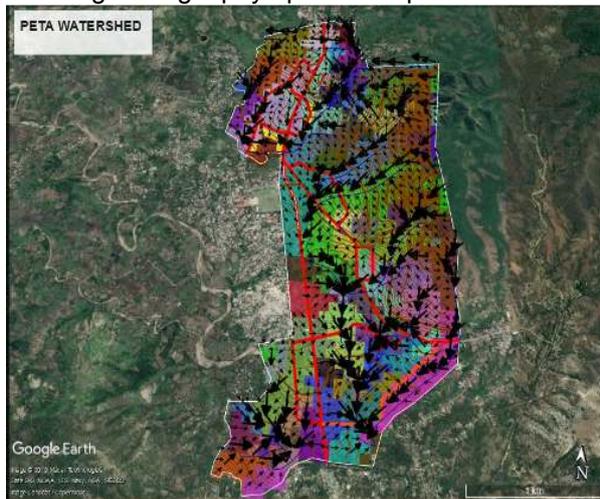
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada wilayah Kelurahan Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kelurahan Kefamenanu Selatan, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara.

Kondisi Saluran Eksisting

Berdasarkan pengamatan dan pengukuran secara langsung serta analisis watershed dengan program *Global Mapper* (Gambar 2) maka Zona perencanaan dibagi menjadi 4. Zona A dan B di Kelurahan Kefamenanu Tengah Sedangkan Zona C dan D di Kelurahan Kefamenanu Selatan. Zona perencanaan drainase dan kondisi saluran – saluran eksisting selengkapnya pada Lampiran 1.



Gambar 3. Peta Watershead
 (Sumber : Global Mapper,2019)

Analisa Hidrologi

Analisa frekuensi curah hujan maksimum dihitung dengan menggunakan metode Gumbel Tipe I dan Log Pearson Tipe III. Berdasarkan data curah hujan harian maksimum dilakukan analisa perhitungan curah hujan maksimum rencana dengan Metode Log Person Tipe III, Rekapitulasi curah hujan rencana untuk beberapa kala ulang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Curah dengan Log person Tipe III untuk beberapa Kala Ulang

T_r	G	$S_{log x}$	$Log X_r$	$G * S_{log x}$	$Log X_{Tr}$	$X_{Tr} (mm)$
2	0,300	0,184	1,783	0,055	1,839	68,961
5	0,778	0,184	1,783	0,143	1,927	84,436
10	0,909	0,184	1,783	0,167	1,951	89,273
25	0,980	0,184	1,783	0,180	1,964	92,011
50	1,005	0,184	1,783	0,185	1,968	92,977
100	1,017	0,184	1,783	0,187	1,971	93,461

Uji Kecocokan

Uji kecocokan distribusi Log Pearson Tipe III menggunakan metode Chi-square dan smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Kecocokan Distribusi Log Person Tipe III

Parameter	Log Person Tipe III	
	Chi - Squire	Smirnov - Kolmogrov
Jumlah Data	12	12
Rerata	1,783	1,783
Deviasi	0,184	0,184
a (%)	5	5
$D_{Crtabel}$	-	0,375
$D_{erhitung}$	-	0,289
X^2_{tabel}	9,488	-
X^2_{hitung}	6,330	-

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa pada Uji kecocokan distribusi Log Person Tipe III memenuhi syarat untuk perhitungan selanjutnya hal ini dikarenakan $D_{erhitung} < D_{rtabel}$.

Analisa Intensitas Curah Hujan

Dalam penelitian ini kemiringan lahan dihitung berdasarkan garis kontur pada peta topografi dan pola aliran dengan program *Google Earth*. Setelah mengetahui kemiringan lahan, dihitung waktu konsentrasi yang selanjutnya dipergunakan untuk menghitung intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Intensitas Hujan untuk Tiap Saluran

No	Pembagian Saluran Zona	Qr	So	Dimensi Saluran		A	P	R	V	Qex	
				(m ³ /dtk)	(%)						b (m)
1	A	A1	0,778	0,0142	0,55	0,60	0,330	1,750	0,189	3,010	0,993
2	A	A2	0,568	0,0143	0,55	0,58	0,319	1,710	0,187	3,005	0,959
3	A	A3	1,039	0,0130	0,55	0,65	0,358	1,850	0,193	2,934	1,049
4	A	A4	0,695	0,0128	-	-	-	-	-	-	0,000
5	B	A5	0,801	0,0522	0,55	0,60	0,330	1,750	0,189	5,780	1,907
6	B	A6	0,804	0,0522	0,65	0,80	0,520	2,250	0,231	6,618	3,441
7	B	A7	0,998	0,0190	-	-	-	-	-	-	0,000
8	B	A8	0,903	0,0174	0,60	0,45	0,270	1,500	0,180	3,234	0,873
9	B	B1	0,724	0,0126	0,65	0,50	0,325	1,650	0,197	2,919	0,949
10	B	B2	0,879	0,0116	-	-	-	-	-	-	0,000
11	B	A9	1,057	0,0197	-	-	-	-	-	-	0,000
12	B	A10	2,201	0,0196	0,81	0,86	0,697	2,530	0,275	4,561	3,178
13	B	C1	0,905	0,0374	0,48	0,50	0,240	1,480	0,162	4,426	1,062
14	B	C2	0,901	0,0341	0,65	0,40	0,260	1,450	0,179	4,515	1,174
15	B	B3	0,426	0,0088	0,45	0,58	0,261	1,610	0,162	2,146	0,560
16	B	B4	0,426	0,0089	0,45	0,58	0,261	1,610	0,162	2,154	0,562
17	B	E1	0,575	0,0167	0,48	0,50	0,240	1,480	0,162	2,959	0,710
18	B	E2	0,575	0,0167	0,30	1,00	0,300	2,300	0,130	2,560	0,768
19	B	D1	1,489	0,0164	0,65	0,70	0,455	2,050	0,222	3,609	1,642
20	B	D2	1,045	0,0158	0,65	0,58	0,377	1,810	0,208	3,398	1,281
21	B	D3	1,884	0,0116	0,58	0,68	0,394	1,940	0,203	2,859	1,128
22	B	D4	1,073	0,0115	0,65	0,65	0,423	1,950	0,217	2,971	1,255

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana dibagi dalam 2 bagian, yaitu debit akibat intensitas curah hujan dan debit akibat sisa kebutuhan air penduduk (air kotor). Namun dari hasil perhitungan debit akibat limbah penduduk (QAK) dengan metode yang digunakan yakni aritmatik sangat kecil sehingga dalam perhitungan debit banjir rencana diabaikan. Perhitungan debit rencana dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit Puncak Banjir untuk Tiap Saluran

No.	Zona	Saluran	C	I (mm/jam)	A (Km2)	A (ha)	QR (m3/dtk)
1	A	A1	0,70	83,494	0,048	4,790	0,778
2	A	A2	0,70	84,177	0,035	3,470	0,568
3	A	A3	0,70	101,735	0,053	5,250	1,039
4	A	A4	0,70	100,660	0,036	3,550	0,695
5	B	A5	0,70	121,649	0,034	3,383	0,801
6	B	A6	0,70	121,606	0,034	3,397	0,804
7	B	A7	0,70	61,017	0,084	8,406	0,998
8	B	A8	0,70	61,261	0,076	7,579	0,903
9	B	B1	0,70	64,045	0,058	5,806	0,724
10	B	B2	0,70	60,081	0,075	7,519	0,879
11	B	A9	0,70	49,698	0,109	10,934	1,057
12	B	A10	0,70	49,123	0,230	23,027	2,201
13	B	C1	0,70	88,937	0,052	5,232	0,905
14	B	C2	0,70	85,046	0,054	5,446	0,901
15	B	B3	0,70	92,704	0,024	2,363	0,426
16	B	B4	0,70	93,182	0,023	2,348	0,426
17	B	E1	0,70	94,918	0,031	3,114	0,575
18	B	E2	0,70	94,950	0,031	3,112	0,575
19	B	D1	0,70	48,787	0,157	15,683	1,489
20	B	D2	0,70	47,121	0,114	11,397	1,045
21	B	D3	0,70	37,637	0,257	25,727	1,884
22	B	D4	0,70	36,684	0,150	15,032	1,073

Perhitungan Debit Saluran Eksisting

Berdasarkan hasil pengamatan pada lokasi penelitian (Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kelurahan Kefamenanu Selatan) dimana saat musim hujan terdapat beberapa ruas jalan dan lahan yang menjadi potensi timbulnya genangan. Hasil perhitungan debit saluran eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit Eksisting Setiap Saluran

No	Pembagian Zona	Saluran	QR (m3/dtk)	So (%)	Dimensi Saluran				Qex (m3/dtk)		
					b (m)	h (m)	A (m2)	P (m)		R (m)	V (m/dtk)
1	A	A1	0,778	0,0142	0,55	0,60	0,330	1,750	0,189	3,010	0,993
2	A	A2	0,568	0,0143	0,55	0,58	0,319	1,710	0,187	3,005	0,959
3	A	A3	1,039	0,0130	0,55	0,65	0,358	1,850	0,193	2,934	1,049
4	A	A4	0,695	0,0128	-	-	-	-	-	-	0,000
5	B	A5	0,801	0,0522	0,55	0,60	0,330	1,750	0,189	5,780	1,907
6	B	A6	0,804	0,0522	0,65	0,80	0,520	2,250	0,231	6,618	3,441
7	B	A7	0,998	0,0190	-	-	-	-	-	-	0,000
8	B	A8	0,903	0,0174	0,60	0,45	0,270	1,500	0,180	3,234	0,873
9	B	B1	0,724	0,0126	0,65	0,50	0,325	1,650	0,197	2,919	0,949
10	B	B2	0,879	0,0116	-	-	-	-	-	-	0,000
11	B	A9	1,057	0,0197	-	-	-	-	-	-	0,000
12	B	A10	2,201	0,0196	0,81	0,86	0,697	2,530	0,275	4,561	3,178
13	B	C1	0,905	0,0374	0,48	0,50	0,240	1,480	0,162	4,426	1,062
14	B	C2	0,901	0,0341	0,65	0,40	0,260	1,450	0,179	4,515	1,174
15	B	B3	0,426	0,0088	0,45	0,58	0,261	1,610	0,162	2,146	0,560
16	B	B4	0,426	0,0089	0,45	0,58	0,261	1,610	0,162	2,154	0,562
17	B	E1	0,575	0,0167	0,48	0,50	0,240	1,480	0,162	2,959	0,710
18	B	E2	0,575	0,0167	0,30	1,00	0,300	2,300	0,130	2,560	0,768
19	B	D1	1,489	0,0164	0,65	0,70	0,455	2,050	0,222	3,609	1,642
20	B	D2	1,045	0,0158	0,65	0,58	0,377	1,810	0,208	3,398	1,281
21	B	D3	1,884	0,0116	0,58	0,68	0,394	1,940	0,203	2,859	1,128
22	B	D4	1,073	0,0115	0,65	0,65	0,423	1,950	0,217	2,971	1,255

Setelah diketahui besar debit rencana (QR) dan

debit eksisting (QEX) maka kedua debit tersebut selanjutnya dibandingkan agar dapat mengetahui pemilihan alternatif yang tepat untuk dapat menyelesaikan atau menanggulangi permasalahan di wilayah Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kelurahan Kefamenanu Selatan yang berkaitan dengan genangan air. Hasil perhitungan pemilihan alternatif dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Pemilihan Alternatif Saluran

No.	Pembagian Zona	Sal	QR (m3/dtk)	QEX (m3/dtk)	Perb	Ket. Alternatif
1	A	A1	0,778	0,993	Q _{ex} > Q _R	1
2	A	A2	0,568	0,959	Q _{ex} > Q _R	1
3	A	A3	1,039	1,049	Q _{ex} > Q _R	1
4	A	A4	0,695	-	Q _R	3
5	B	A5	0,801	1,907	Q _{ex} > Q _R	1
6	B	A6	0,804	3,441	Q _{ex} > Q _R	1
7	B	A7	0,998	-	Q _R	3
8	B	A8	0,903	0,873	Q _{ex} < Q _R	2
9	B	B1	0,724	0,949	Q _{ex} > Q _R	1
10	B	B2	0,879	-	Q _R	3
11	B	A9	1,057	-	Q _R	3
12	B	A10	2,201	3,178	Q _{ex} > Q _R	1
13	B	C1	0,905	1,062	Q _{ex} > Q _R	1
14	B	C2	0,901	1,174	Q _{ex} > Q _R	1
15	B	B3	0,426	0,560	Q _{ex} > Q _R	1
16	B	B4	0,426	0,562	Q _{ex} > Q _R	1
17	B	E1	0,575	0,710	Q _{ex} > Q _R	1
18	B	E2	0,575	0,768	Q _{ex} > Q _R	1
19	B	D1	1,489	1,642	Q _{ex} > Q _R	1
20	B	D2	1,045	1,281	Q _{ex} > Q _R	1
21	B	D3	1,884	1,128	Q _{ex} < Q _R	2
22	B	D4	1,073	1,255	Q _{ex} > Q _R	1
23	C	F4	1,105	-	Q _R	3
24	C	F5	0,934	0,864	Q _{ex} < Q _R	2
25	C	G1	0,326	0,772	Q _{ex} > Q _R	1
26	C	G2	0,321	0,376	Q _{ex} > Q _R	1
27	C	F6	1,273	1,055	Q _{ex} < Q _R	2
28	C	F7	1,359	1,617	Q _{ex} > Q _R	1
29	C	G3	0,911	-	Q _R	3
30	C	G4	0,910	1,180	Q _{ex} > Q _R	1
31	C	F8	1,206	0,343	Q _{ex} < Q _R	2
32	C	F9	2,159	-	Q _R	3
33	D	F1	0,427	0,588	Q _{ex} > Q _R	1
34	D	F2	0,436	0,832	Q _{ex} > Q _R	1
35	D	F3	0,772642	1,788	Q _{ex} > Q _R	1
36	D	H1	0,27831	0,40754	Q _{ex} > Q _R	1
37	D	H2	0,506777	0,65273	Q _{ex} > Q _R	1
38	D	H3	0,601977	-	Q _R	3
39	D	J1	0,542945	-	Q _R	3
40	D	J2	0,820715	1,11557	Q _{ex} > Q _R	1
41	D	I1	0,944223	0,9994	Q _{ex} > Q _R	1
42	D	I2	0,294424	0,67344	Q _{ex} > Q _R	1
43	D	I3	0,536701	0,62951	Q _{ex} > Q _R	1
44	D	I4	0,414374	-	Q _R	3
45	D	I5	0,588565	1,57761	Q _{ex} > Q _R	1
46	D	I6	0,573682	0,71095	Q _{ex} > Q _R	1
47	D	I7	0,742687	6,70811	Q _{ex} > Q _R	1
48	D	I8	0,82782	0,97521	Q _{ex} > Q _R	1
49	D	I9	1,010543	2,12461	Q _{ex} > Q _R	1
50	D	I11	1,306444	1,58688	Q _{ex} > Q _R	1
51	D	I13	0,645543	1,45037	Q _{ex} > Q _R	1
52	D	I10	0,736834	-	Q _R	3
53	D	I12	0,441232	-	Q _R	3
54	D	I16	0,36074	-	Q _R	3
55	D	I14	0,428617	1,58745	Q _{ex} > Q _R	1
56	D	I15	0,399229	1,3691	Q _{ex} > Q _R	1
57	D	K1	0,31141	-	Q _R	3
58	D	K2	0,311247	-	Q _R	3
59	D	K3	0,31349	0,54646	Q _{ex} > Q _R	1
60	D	K4	0,315638	-	Q _R	3
61	D	K5	0,608022	-	Q _R	3
62	D	K6	0,584878	1,37237	Q _{ex} > Q _R	1
63	D	L1	0,795697	0,89022	Q _{ex} > Q _R	1
64	D	L2	0,797913	-	Q _R	3
65	D	L3	0,96839	1,33439	Q _{ex} > Q _R	1
66	D	L4	0,971255	-	Q _R	3
67	D	L5	0,456657	0,61622	Q _{ex} > Q _R	1
68	D	L6	0,456657	1,13799	Q _{ex} > Q _R	1

Analisa Dimensi Saluran

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 7.

(Studi Kasus : Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kefamenanu Selatan
Alfredo Khrisantus Kono^{1*}, Wilhelmus Bunganaen², dan Ruslan Ramang³

maka dimensi saluran dibagi dalam 3 alternatif. Alternatif 1 (44 saluran), Alternatif 2 (5 Saluran), dan Alternatif 3 (19 Saluran).

Alternatif 1

Berdasarkan hasil analisis terdapat 44 saluran yang ada pada Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kefamenanu Selatan masih mampu menampung debit banjir rencana dengan kala ulang 2 tahun, sehingga dimensi saluran eksisting tidak perlu diubah atau dipertahankan.

Alternatif 2

Berdasarkan hasil perhitungan 5 saluran tidak mampu menampung debit banjir rencana dengan kala ulang 2 tahun, sehingga dimensi saluran diubah dan dikombinasikan dengan pembuatan sumur resapan. Perencanaan sumur resapan meliputi 74 bangunan yang terdiri dari bangunan rumah dan pertokoan dengan luasan atap bervariasi. Sumur resapan berbentuk lingkaran dengan diameter 1,00m dan kedalaman yang diperoleh berkisar 0,50m-5,60m. Hasil analisis saluran drainase yang dikombinasi sumur resapan dapat mengurangi debit banjir saluran dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Efisiensi Sumur Resapan

No	Saluran	Debit Rencana (m ³ /dtk)	Jumlah Bangunan (Unit)	Debit Sumur Resap (m ³ /dtk)	Debit Sisa (m ³ /dtk)	Efisiensi (%)
1	F-5	0,934	22	0,451	0,483	48,32
2	F-6	1,273	14	0,181	1,092	14,25
3	F-8	1,206	8	0,115	1,091	9,51
4	A-8	0,903	16	0,223	0,681	24,67
5	D-3	1,884	14	0,164	1,720	8,71
Rata-rata						21,09

Alternatif 3

Berdasarkan hasil penelitian pada wilayah rencana terdapat 19 ruas jalan belum terdapat saluran drainase, sehingga perlu direncanakan saluran baru agar setiap saluran dapat terkoneksi dan kelebihan air dapat terdistribusi dengan baik ke pembuangan akhir.

Perhitungan Dimensi Bak Penampung dan Gorong-gorong

Bak penampung dibuat sebagai bangunan pelengkap dengan tujuan menangkap sedimen pada pertemuan antara dua atau lebih saluran. Bak penampung dibuat dengan dimensi yang lebih dalam dan besar dari saluran - saluran yang bertemu tersebut. Perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Dimensi Bak Penampung

saluran tidak perlu diubah atau dipertahankan

No	Bak Penampung	Pertemuan Saluran	Volume Air yang di Tampung (m ³)	b/h	h (m)	B (m)	w (m)	Dimensi B.P	
								H(m)	B(m)
1	BP 1	F5 dan G1	0,809	0,8	0,512	0,410	0,506	1,0	0,4
2	BP 2	BP 1 dan G2	1,719	0,8	0,680	0,544	0,583	1,3	0,5
3	BP 3	F7 dan G3	2,270	0,8	0,754	0,603	0,614	1,4	0,6
4	BP 4	BP 3 dan G4	3,180	0,8	0,856	0,685	0,654	1,5	0,7
5	BP 5	I7 dan J1	1,286	0,8	0,609	0,488	0,552	1,2	0,5
6	BP 6	I9 dan J2	1,831	0,8	0,696	0,557	0,590	1,3	0,6
7	BP 7	A8 dan B2	1,560	0,8	0,655	0,524	0,572	1,2	0,5
8	BP 8	BP 7 dan B1	2,283	0,8	0,756	0,605	0,615	1,4	0,6
9	BP 9	C1 dan B3	1,332	0,8	0,618	0,494	0,556	1,2	0,5
10	BP 10	BP 9 dan B4	1,758	0,8	0,685	0,548	0,585	1,3	0,5
11	BP 11	D1 dan E2	2,064	0,8	0,728	0,582	0,603	1,3	0,6
12	BP 12	BP 11 dan E1	2,639	0,8	0,798	0,639	0,632	1,4	0,6

Dalam perencanaan saluran drainase jika suatu saluran melewati suatu jalan maka pada saluran tersebut perlu dibangun gorong-gorong untuk melewatkan air pada saluran tersebut. Perhitungan dimensi gorong-gorong selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Dimensi Gorong-gorong

No	Gorong- gorong	Volume Air yang di Tampung (m ³)	So (%)	Jari - Jari (m)	Diameter (d) (m)	Tinggi Jagaan (m)	Diameter Total (D) (m)
2	GG2	0,809	0,075	0,249	0,497	0,099	0,60
3	GG3	1,105	0,075	0,280	0,559	0,112	0,67
4	GG4	2,269	0,075	0,366	0,732	0,146	0,88
5	GG5	1,273	0,075	0,295	0,590	0,118	0,71
6	GG6	1,286	0,075	0,296	0,592	0,118	0,71
7	GG7	1,011	0,075	0,270	0,541	0,108	0,65
8	GG8	0,361	0,075	0,184	0,367	0,073	0,44
9	GG9	0,441	0,075	0,198	0,396	0,079	0,48
10	GG10	0,801	0,075	0,248	0,495	0,099	0,59
11	GG11	0,804	0,075	0,248	0,496	0,099	0,60
12	GG12	0,998	0,075	0,269	0,538	0,108	0,65
13	GG13	1,560	0,075	0,318	0,636	0,127	0,76
14	GG14	1,332	0,075	0,300	0,600	0,120	0,72
15	GG15	2,064	0,075	0,353	0,707	0,141	0,85
16	GG16	1,608	0,075	0,322	0,644	0,129	0,77

Pembahasan

Data hujan harian diperoleh dari Stasiun Klimatologi Lasiana yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana maksimum rata - rata selama 12 tahun. Curah hujan rencana yang dipakai dalam perencanaan saluran yaitu dengan metode Log Pearson Tipe III. Dalam perencanaan terdapat 68 saluran yang ditinjau kemudian dihitung debit saluran lama (eksisting) dan debit rencana. Hasil perbandingan kedua debit tersebut dikategorikan dalam 3 alternatif dimana 44 dimensinya (Alternatif 1), 5 Saluran diperbesar

dimensi eksisting dan dikombinasikan dengan sumur resapan (Alternatif 2) serta 19 saluran direncanakan baru (Alternatif 3).

Saluran direncanakan berpenampang persegi dengan rata-rata dimensi saluran yang direncanakan baru maupun yang diperbesar yakni lebar (b)= 0,82 m dan tinggi (H)= 0,86m. Sedangkan untuk perencanaan Sumur resapan dibuat pada 74 bangunan, berbentuk lingkaran dengan diameter 1,00m serta kedalaman yang diperoleh 0,50m-5,60m. Apabila kedalaman sumur resapan yang dihasilkan memiliki kedalaman $\leq 1,5$ m maka dapat dibangun sumur resapan tunggal sedangkan sumur resapan yang dihasilkan >

1,5 m dapat dibangun secara paralel. Debit

total sumur resapan tiap saluran rata-rata dapat mereduksi debit rencana saluran sebesar 21,09% dan dimensi saluran yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan perencanaan drainase tanpa sumur resapan. Perencanaan drainase juga mencakup bangunan pelengkap terdiri dari 12 bak penampung dengan dimensi rata-rata b= 0,60m dan h= 1,30m serta 16 Gorong-gorong berdiameter rata-rata 0,68m. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran sesuai pemilihan alternatif maka, untuk menanggulangi permasalahan genangan air di Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kefamenanu Selatan direkomendasikan dimensi saluran rencana yang ditabulasikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekomendasi Dimensi Saluran

No.	Zona	Saluran	Dimensi Saluran		Rekomendasi Dimensi		No.	Zona	Saluran	Dimensi Saluran		Rekomendasi Dimensi	
			b (m)	h (m)	b (m)	h (m)				b (m)	h (m)	b (m)	h (m)
1	A	A1	0,55	0,60	0,80	1,00	35	D	F3	0,58	0,90	0,80	1,00
2	A	A2	0,55	0,58	0,80	1,00	36	D	H1	0,45	0,48	0,80	0,80
3	A	A3	0,55	0,65	0,80	1,00	37	D	H2	0,55	0,50	0,80	0,80
4	A	A4	0,77	0,83	0,80	1,00	38	D	H3	0,64	0,72	0,80	0,80
5	B	A5	0,55	0,60	0,80	1,00	39	D	I1	0,58	0,58	1,00	1,20
6	B	A6	0,65	0,80	0,80	1,00	40	D	I2	0,55	0,55	1,00	1,20
7	B	A7	0,82	0,85	0,80	1,00	41	D	I3	0,55	0,50	1,00	1,20
8	B	A8	0,73	0,79	0,80	1,00	42	D	I4	0,86	0,89	1,00	1,20
9	B	B1	0,65	0,50	0,80	0,80	43	D	I5	0,75	0,90	1,00	1,20
10	B	B2	0,85	0,89	0,80	0,80	44	D	I6	0,45	0,50	1,00	1,20
11	B	A9	0,82	0,88	0,80	1,00	45	D	I7	1,20	1,00	1,00	1,20
12	B	A10	0,81	0,86	0,80	1,00	46	D	I8	0,62	0,50	1,00	1,20
13	B	C1	0,48	0,50	0,80	0,80	47	D	I9	0,45	1,20	1,00	1,20
14	B	C2	0,65	0,40	0,80	0,80	48	D	I10	0,96	0,97	1,00	1,20
15	B	B3	0,45	0,58	0,80	0,80	49	D	I11	0,65	1,00	1,00	1,20
16	B	B4	0,45	0,58	0,80	0,80	50	D	I12	0,75	1,00	1,00	1,20
17	B	E1	0,48	0,50	0,80	0,80	51	D	I13	0,53	0,63	1,00	1,20
18	B	E2	0,30	1,00	0,80	0,80	52	D	I14	0,75	0,75	1,00	1,20
19	B	D1	0,65	0,70	0,80	0,80	53	D	I15	0,75	1,00	1,00	1,20
20	B	D2	0,65	0,58	0,80	0,80	54	D	I16	0,72	0,79	1,00	1,20
21	B	D3	1,11	1,08	1,00	1,20	55	D	J1	0,51	0,61	0,80	0,80
22	B	D4	0,65	0,65	1,00	1,20	56	D	J2	0,50	0,48	0,80	0,80
23	C	F4	0,88	0,91	0,80	1,00	57	D	K1	0,83	0,87	0,80	1,00
24	C	F5	0,65	0,73	0,80	1,00	58	D	K2	0,83	0,87	0,80	1,00
25	C	G1	0,60	0,60	0,80	0,80	59	D	K3	0,65	0,40	0,80	1,00
26	C	G2	0,45	0,48	0,80	0,80	60	D	K4	0,64	0,72	0,80	1,00
27	C	F6	0,86	0,89	0,80	1,00	61	D	K5	0,74	0,80	0,80	1,00
28	C	F7	0,85	0,89	0,80	1,00	62	D	K6	0,80	0,50	0,80	1,00
29	C	G3	0,82	0,86	0,80	0,80	63	D	L1	0,45	0,55	0,80	1,00
30	C	G4	0,68	0,50	0,80	0,80	64	D	L2	0,72	0,78	0,80	1,00
31	C	F8	1,14	1,10	1,40	1,40	65	D	L3	0,50	0,70	0,80	1,00
32	C	F9	1,47	1,34	1,40	1,40	66	D	L4	0,79	0,84	0,80	1,00
33	D	F1	0,58	0,45	0,80	1,00	67	D	L5	0,75	0,40	0,80	1,00
34	D	F2	0,55	0,55	0,80	1,00	68	D	L6	0,80	0,60	0,80	1,00

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kondisi drainase eksisting pada Kota Kefamenanu khususnya pada wilayah Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kelurahan Kefamenanu Selatan sebagian besar sudah terdapat saluran namun belum terkoneksi dengan baik. Dari 68 saluran yang

Ditinjau yakni 46 Saluran pada Kelurahan Kefamenanu Selatan dan 22 saluran di Kelurahan Kefamenanu Tengah, banyak saluran ditemukan kerusakan pada dinding dan dasar saluran serta terdapat sedimen akibat sampah, rerumputan yang membuat saluran drainase tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Selain itu di beberapa ruas belum terdapat saluran drainas yaitu 4 saluran pada

Kefamenanu Tengah dan 15 saluran pada Kelurahan Kefamenanu Selatan.

2. Perencanaan sistem drainase pada Kelurahan Kefamenanu Tengah dan Kefamenanu Selatan dibagi dalam 4 Zona berdasarkan analisis Watershed dengan program *Global Mapper*. Selanjutnya dianalisa QR dan QEX dibagi kedalam 3 pemilihan alternatif yaitu :
 Alternatif 1: Dimensi saluran eksisting dipertahankan. Jumlah Saluran yang termasuk dalam alternatif 1 sebanyak 44 Saluran.
 Alternatif 2: Dimensi saluran eksisting perlu diubah dimensinya dan untuk mengurangi debit banjir maka dikombinasikan dengan pembuatan sumur resapan. Jumlah Saluran yang termasuk dalam alternatif 2 sebanyak 5 Saluran.
 Alternatif 3: Pada wilayah rencana yang belum terdapat drainase di beberapa ruas jalan sehingga perlu direncanakan saluran baru. Jumlah Saluran yang termasuk dalam alternatif 3 sebanyak 19 Saluran.
3. Penampang saluran yang direncanakan sesuai dengan keadaan *eksisting* yakni persegi dengan dimensi rata-rata baik untuk saluran yang diperbesar maupun direncanakan baru untuk lebar (b)=0,82m dan tinggi (h) =0,86m. Sedangkan untuk sumur resapan direncanakan pada 74 bangunan, berpenampang lingkaran dengan diameter 1,00m dan kedalaman sumur yang dihasilkan berbeda-beda pada tiap bangunan berkisar 0,50m-5,60m. Sumur resapan yang direncanakan dengan 2 Tipe yaitu tunggal (< 1,5m) dan paralel (> 1,5m). Sumur resapan dapat mereduksi debit banjir saluran rata-rata sebesar 21,09% dan dimensi saluran yang dikombinasikan dengan sumur resapan lebih kecil dibandingkan tanpa sumur resapan.

Saran

1. Diharapkan kepada instansi terkait dapat melakukan pembangunan saluran drainase pada titik-titik yang belum memiliki saluran drainase agar semua jaringan terkoneksi dengan baik sehingga dapat mengurangi genangan pada musim hujan.
2. Melakukan pembangunan sumur resapan pada bangunan sekitar sehingga dapat mengurangi genangan dan menjaga kualitas air tanah.
3. Perlu adanya renovasi atau perbaikan terhadap saluran eksisting dengan kondisi yang sudah rusak karena sudah tidak efisien dengan debit limpasan yang ada.
4. Dihimbau agar masyarakat menjaga kebersihan saluran drainase dan tidak membuat jalan ke lokasi rumah dengan cara menimbun (menutupi) saluran drainase karena akan mengakibatkan terputusnya koneksi

aliran drainase ke pembuangan akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2017. Kecamatan Kota Kefamenanu Dalam Angka. BPS TTU
- Edisono, S, dkk. 1997. *Drainase Perkotaan*. Gunadarma. Jakarta.
- Hasmar H. A. 2012. *Drainase Terapan*. UII Press. Yogyakarta.
- Kemen PU. 2011. *Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan*. SNI Jakarta.
- Kusnaedi. 2011. *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan dan Perdesaan*. Penebar Swadaya – Jakarta.
- Pena, C. 2016. *Pemanfaatan Sumur Resapan dalam Meminimalisir Genangan Air (Studi Kasus : Depan SMAN 1 Kupang)*. Kupang : Universitas Nusa Cendana.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Cetakan Pertama. Yogyakarta. Penerbit: Graha.

Lampiran 1. Tabel Perencanaan dan Pembagian Zona Drainase di Kota Kefamenanu

No	Pembagian Zona	Lokasi Saluran	Pola Aliran	Dimensi Saluran		Panjang saluran (m)	Pembuangan Akhir	Kondisi	Keterangan
				b (m)	h (m)				
1	A	Jalan Kartini	A1	0,55	0,60	353,01	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
2	A	Jalan Kartini	A2	0,55	0,58	349,30	Kali Futufue	Baik	Ada Saluran
3	A	Jalan Kartini	A3	0,50	0,65	230,55	Kali Futufue	Baik	Ada Saluran
4	A	Jalan Kartini	A4	-	-	233,55	Kali Futufue	-	Tidak Ada Saluran
5	A	Jalan Kartini	A5	0,55	0,60	326,01	Kali Futufue	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
6	A	Jalan Kartini	A6	0,65	0,80	326,16	Kali Futufue	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
7	A	Jalan Kartini	A7	-	-	405,85	Kali Futufue	-	Tidak Ada Saluran
8	A	Jalan Kartini	A8	0,60	0,45	402,50	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
9	A	Jalan Kartini	A9	-	-	203,55	Kali Futufue	-	Tidak Ada Saluran
10	A	Jalan Kartini	A10	0,80	0,86	203,78	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
11	B	Jalan Sonbay (a)	B1	0,65	0,50	557,26	Kali Futufue	Baik	Ada Saluran
12	B	Jalan Sonbay (a)	B2	-	-	605,46	Kali Futufue	-	Tidak Ada Saluran
13	B	Jalan Sonbay (a)	B3	0,45	0,58	227,04	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
14	B	Jalan Sonbay (a)	B4	0,45	0,58	225,53	Kali Futufue	Baik	Ada Saluran
15	B	Jalan Prof. Yohanes	C1	0,48	0,50	507,80	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
16	B	Jalan Prof. Yohanes	C2	0,65	0,40	528,50	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
17	B	Jalan Diponegoro	D1	0,65	0,70	549,40	Kali Futufue	Baik	Ada Saluran
18	B	Jalan Diponegoro	D2	0,65	0,58	569,61	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
19	B	Jalan Diponegoro	D3	0,58	0,68	346,11	Kali Futufue	Baik	Ada Saluran
20	B	Jalan Diponegoro	D4	0,65	0,65	348,88	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
21	B	Jalan Cengkeh	E1	0,48	0,50	298,87	Kali Futufue	Rusak, Banyak Sedimen	Ada Saluran
22	B	Jalan Cengkeh	E2	0,30	1,00	298,74	Kali Futufue	Baik	Ada Saluran
23	C	Jalan El Tari	F4	-	-	944,77	Sungai Bikomi	-	Tidak ada Saluran
24	C	Jalan El Tari	F5	0,45	0,75	947,87	Sungai Bikomi	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
25	C	Jalan El Tari	F6	0,75	0,40	643,24	Sungai Bikomi	Baik	Ada Saluran
26	C	Jalan El Tari	F7	0,85	0,90	630,98	Sungai Bikomi	Rusak, Banyak sedimen	Ada Saluran
27	C	Jalan El Tari	F8	0,65	0,35	242,55	Sungai Bikomi	Rusak, banyak sedimen	Ada Saluran
28	C	Jalan El Tari	F9	-	-	249,31	Sungai Bikomi	-	Tidak ada Saluran
29	D	Jalan Sisingamangaraja	G1	0,78	0,60	160,33	Sungai Bikomi	Baik	Ada Saluran
30	D	Jalan Sisingamangaraja	G2	0,45	0,48	150,33	Sungai Bikomi	Rusak, Banyak sedimen	Ada Saluran
31	D	Jalan Sisingamangaraja	G3	-	-	781,38	Sungai Bikomi	-	Tidak ada Saluran
32	D	Jalan Sisingamangaraja	G4	0,68	0,50	758,93	Sungai Bikomi	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
33	D	Jalan El Tari	F1	0,58	0,45	230,55	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
34	D	Jalan El Tari	F2	0,55	0,55	651,27	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
35	D	Jalan El Tari	F3	0,58	0,90	533,67	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
36	D	Jalan Sonbay (b)	H1	0,45	0,48	408,70	Kali Paok Leu	Rusak, Banyak sedimen	Ada Saluran
37	D	Jalan Sonbay (b)	H3	-	-	258,00	Kali Paok Leu	Rusak, Banyak sedimen	Ada Saluran
38	D	Jalan Sonbay (b)	H2	0,55	0,50	314,10	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
39	D	Jalan Nasional Trans Timor	I1	0,58	0,58	149,89	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
40	D	Jalan Nasional Trans Timor	I2	0,55	0,55	373,00	Kali Paok Leu	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
41	D	Jalan Nasional Trans Timor	I3	0,55	0,50	322,70	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
42	D	Jalan Nasional Trans Timor	I4	-	-	373,70	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
43	D	Jalan Nasional Trans Timor	I5	0,75	0,90	368,19	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
44	D	Jalan Nasional Trans Timor	I6	0,45	0,50	247,11	Kali Paok Leu	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
45	D	Jalan Nasional Trans Timor	I7	1,20	1,00	256,06	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
46	D	Jalan Nasional Trans Timor	I8	0,62	0,50	465,75	Kali Paok Leu	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
47	D	Jalan Nasional Trans Timor	I9	0,45	1,20	291,24	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
48	D	Jalan Nasional Trans Timor	I10	-	-	435,27	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
49	D	Jalan Nasional Trans Timor	I11	0,65	1,00	152,42	Kali Paok Leu	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
50	D	Jalan Nasional Trans Timor	I12	-	-	103,35	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
51	D	Jalan Nasional Trans Timor	I13	0,75	1,00	559,64	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
52	D	Jalan Nasional Trans Timor	I14	0,75	0,75	117,00	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
53	D	Jalan Nasional Trans Timor	I15	0,75	1,00	314,03	Kali Paok Leu	Baik, banyak sedimen	Ada Saluran
54	D	Jalan Nasional Trans Timor	I16	-	-	202,09	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
55	D	Jalan Delima	J1	-	-	124,71	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
56	D	Jalan Delima	J2	0,50	0,45	394,86	Kali Paok Leu	Baik, banyak sedimen	Ada Saluran
57	D	Jalan Kefamenanu (a)	K1	-	-	285,15	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
58	D	Jalan Kefamenanu (a)	K2	-	-	284,50	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
59	D	Jalan Kefamenanu (a)	K3	0,65	0,40	135,43	Kali Paok Leu	Baik	Ada Saluran
60	D	Jalan Kefamenanu (a)	K4	-	-	139,51	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
61	D	Jalan Kefamenanu (a)	K5	-	-	400,48	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
62	D	Jalan Kefamenanu (a)	K6	0,80	0,50	338,31	Kali Paok Leu	Rusak, Banyak sedimen	Ada Saluran
63	D	Jalan Kefamenanu (b)	L1	-	-	481,33	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
64	D	Jalan Kefamenanu (b)	L2	0,45	0,55	475,55	Kali Paok Leu	Baik, Banyak Sedimen	Ada Saluran
65	D	Jalan Kefamenanu (b)	L3	-	-	432,70	Kali Paok Leu	-	Tidak ada Saluran
66	D	Jalan Kefamenanu (b)	L4	0,50	0,70	426,75	Kali Paok Leu	Rusak, Banyak sedimen	Ada Saluran
67	D	Jalan Kefamenanu (b)	L5	0,75	0,40	314,00	Kali Paok Leu	Rusak, Banyak sedimen	Ada Saluran
68	D	Jalan Kefamenanu (b)	L6	0,80	0,60	314,00	Kali Paok Leu	Baik, banyak sedimen	Ada Saluran