

EVALUASI SISTEM DRAINASE PERKOTAAN DI KOTA KEFAMENANU

I Made Udiana¹ (imadeudiana10@gmail.com)

Partogi H. Simatupang² (partogihsimatupang@gmail.com)

Kristianus Naihati³ (rhuntingchaztello@gmail.com)

ABSTRAK

Drainase merupakan salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi pada suatu kawasan sehingga lahan kawasan tersebut dapat berfungsi secara optimal. Di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara sudah ada jaringan drainase namun belum berfungsi secara optimal, karena saat musim hujan debit air yang berlebihan akan menimbulkan genangan air. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kondisi dan kapasitas saluran eksisting pada Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara dalam menampung dan mengalirkan air dan untuk mengetahui solusi dari permasalahan genangan air yang terjadi di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara. Saluran yang ditinjau berjumlah 124 saluran kemudian dihitung debit saluran eksisting dan hasilnya kemudian dibandingkan agar dapat memilih alternatif yang tepat dalam mengatasi permasalahan genangan air di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara. Jumlah saluran yang masuk dalam alternatif 1 dimana dimensi salurannya dipertahankan yaitu sebanyak 24 saluran. Jumlah saluran yang masuk dalam alternatif 2 dimana dimensi saluran perlu diperbesar yaitu sebanyak 30 saluran. Dan jumlah saluran yang masuk dalam alternatif 3 dimana belum tersedianya saluran drainase yaitu sebanyak 70 saluran.

Kata Kunci: Evaluasi, Sistem Drainase, Debit Eksisting, Debit Rencana

ABSTRACT

Drainage is one of the technical measures to reduce excess water, both from rainwater, seepage, and excess irrigation water in an area so that the area's land can function optimally. In the Aplasi Village, Kota Kefamenanu District, North Central Timor Regency, there is already a drainage network, but it has not functioned optimally, because during the rainy season, excessive water discharge will cause standing water. The purpose of this study was to determine the condition and capacity of the existing canals in Aplasi, in accommodating and flowing water and to find out the solution to the water inundation problem that occurred in the Aplasi Village. The channels reviewed totaled 124 channels and then the discharge of the existing channels was calculated and the results were then compared in order to choose the right alternative in overcoming the problem of waterlogging in Aplasi. The number of channels included in alternative 1 where the channel dimensions are maintained is 24 channels. The number of channels included in alternative 2 where the channel dimensions need to be enlarged is 30 channels. And the number of channels that enter alternative 3 where there are no drainage channels is as many as 70 channels.

Keyword: Evaluation, Drainage System, Existing Debit, Planned Debit.

PENDAHULUAN

Di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara, sudah ada jaringan drainase, namun belum berfungsi secara optimal, karena saat musim hujan debit air

¹ Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

² Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

³ Prodi Teknik Sipil, FST Undana (Penulis Korespondensi).

yang berlebih akan menimbulkan genangan air. Selain itu di beberapa ruas jalan belum tersedia jaringan drainase, dan laju air yang terhambat dikarenakan kondisi saluran drainase yang mengalami pendangkalan akibat endapan lumpur dan sampah.. Selain itu, adanya evaluasi sistem drainase ini diharapkan juga dapat membantu dalam perencanaan jaringan drainase yang belum ada pada beberapa titik kawasan yang belum tersedia jaringan drainase sehingga dapat menghubungkan jaringan drainase yang sudah ada dengan yang direncanakan menjadi satu rencana induk sistem drainase yang terkoneksi dengan baik.

KAJIAN PUSTAKA

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk mengetahui besarnya curah hujan rencana dengan kala ulang tertentu (Triatmodjo, 2013) Hasil dari analisis 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

Uji persyaratan statistik dan kecocokan distribusi curah hujan

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 (Suripin, 2004).

Uji smirnov-kolmogorov

Uji smirnov-kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non-parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004).

Uji Chi-kuadrat

Uji chikuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis (Suripin, 2004).

Kemiringan Saluran

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

$$S_0 = \frac{\Delta h}{L} = \frac{(h_1 - h_2)}{L} \quad (1)$$

dengan

S_0 adalah Kemiringan dasar saluran

Δh adalah Perbedaan ketinggian dasar saluran antara dihilir drainase

L adalah Panjang saluran.

Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik hulu ke daerah aliran titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus Kirpich seagai berikut (Pekerjaan Umum, 2014) :

$$tc = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad (2)$$

dengan

tc adalah Waktu konsentrasi (menit)

L adalah Panjang saluran dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (meter).

S adalah Kemiringan dasar saluran.

Intensitas Hujan

Menurut Dr. Mononobe intensitas hujan (I) dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Halim Hasmar, 2012):

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

dengan

I adalah Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} adalah Tebal hujan maksimum harian (mm)

t adalah Lama hujan (jam)

Koefisien Pengaliran

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 adalah :Kemiringan lahan, Tata guna lahan, Intensitas hujan (Pekerjaan Umum, 2014).

Menghitung Debit Akibat Curah Hujan

Metode yang digunakan untuk menghitung besar limpasan yang terjadi yaitu dengan menggunakan Metode Rasioal yang dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasinya (Pekerjaan Umum, 2014). untuk menghitung debit rencana dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = 0,00278.C.I.A \quad (4)$$

dengan

Q adalah Debit puncak banjir ($m^3/detik$)

C adalah Koefisien limpasan

I adalah Intensitas curah hujan selama waktu tiba dari banjir (mm/jam).

A adalah Luas DAS (jika A dalam ha, maka Persamaan tersebut dikali dengan 0,00278, dan jika A dalam km^2 , maka dikali dengan 0,278)

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah pertumbuhan penduduk dapat dinyatakan dalam beberapa metode yaitu :

Metode Aritmatik

Perhitungan dengan metode ini menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_n = P_o + (n.r)P_o \quad (5)$$

dengan

P_n adalah Jumlah penduduk n yang akan datang (jiwa)

P_o adalah Jumlah penduduk awal (jiwa)

r adalah Perkembangan penduduk tiap tahun (%)

n adalah Umur perencanaan (tahun)

Metode Geometrik

Perhitungan dengan metode ini menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_n = P_o (1 + r)^n \tag{6}$$

dengan

- P_n adalah Jumlah penduduk n tahun yang akan datang (jiwa)
- P_o adalah Jumlah penduduk awal perencanaan (jiwa)
- r adalah Perkembangan penduduk tiap tahun (%)
- n adalah Umur perencanaan (tahun)

Metode Eksponensial

Perhitungan dengan metode ini menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_n = P_o \cdot e^{(n \cdot r)} \tag{7}$$

dengan

- P_n adalah Jumlah penduduk n tahun yang akan datang (jiwa)
- P_o adalah Jumlah penduduk awal perencanaan (jiwa)
- e adalah Bilangan eksponensial (2,71828)
- r adalah Perkembangan penduduk tiap tahun
- n adalah Umur perencanaan (tahun)

Sistem Air Limbah

Menurut (Kodoatie & Sjarief, 2017) 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 dinyatakan dalam rumus sebagai berikut (Kodoatie & Sjarief, 2017):

$$\begin{aligned} q_b &= 0,80 \times \text{kebutuhan air bersih} \\ &= 0,80 \times 150 \text{ liter/hari/orang} \\ &= 120 \text{ liter/hari/orang} \\ &= 1,39 \times 10^{-3} \text{ liter/detik/orang} \end{aligned}$$

$$Q_{ak} = \frac{P_n \times 1,39 \times 10^{-3}}{A} \tag{8}$$

dengan

- Q_{ak} adalah Sisa kebutuhan air rencana (liter/hari)
- 0,80 adalah Faktor kehilangan air
- P_n adalah Jumlah jiwa yang akan dilayani sesuai dengan tahun perencanaan
- A adalah Luas daerah layanan (km²)

Debit Saluran Eksisting

Perhitungan debit saluran eksisting diperlukan untuk mengetahui apakah saluran awal yang sudah ada masih digunakan untuk menampung air akibat intensitas curah hujan dan sisa limbah air kotor untuk dibuang. Rumus yang digunakan untuk menghitung dimensi saluran adalah (Suripin, 2004):

$$QEX = A \cdot V \tag{9}$$

dengan

QEX adalah Debit banjir eksisting (m³/detik)

A adalah Luas dimensi saluran yang sudah ada (m²)

V adalah Kecepatan air di saluran (m/detik)

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara.

Jenis Data

Jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

(i) Data primer

Data primer adalah data yang didapat dari hasil penelitian di lapangan berupa data pengukuran dimensi saluran yang ada, pengukuran lebar jalan, dan pengamatan daerah pengaliran.

(ii) Data sekunder

Data sekunder adalah data curah hujan wilayah kota Kefamenanu, data jumlah penduduk Kelurahan Apalsi, peta topografi dan pola kontur, studi literatur dan peraturan-peraturan yang berhubungan dengan penelitian ini.

Analisis data

Langkah-langkah dalam melakukan analisis data adalah Analisis hidrologi yang terdiri dari menghitung curah hujan rata-rata daerah dengan Metode Rata-Rata Aljabar, menghitung curah hujan rencana maksimum menggunakan Metode Gumbel Tipe I dan Metode Log-Pearson Tipe III, dan melakukan pengujian terhadap analisa curah hujan rencana menggunakan Uji Persyaratan Statistik dan Uji Kecocokan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Analisis kriteria perencanaan terdiri dari menghitung besarnya debit curah hujan (Q_{CH}) dengan menggunakan Rumus Rasional, menghitung besarnya debit air kotor / sisa kebutuhan air yang terbuang, menghitung besarnya debit rencana akibat debit intensitas curah hujan dan debit air kotor, menghitung besarnya debit saluran lama/*existing* dan membuat perbandingan ($Q_R \leq Q_{EKS}$ dan $Q_R \geq Q_{EKS}$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Rencana Untuk Berbagai Kala Ulang Dengan Metode Log Pearson Tipe III.

T	Log \bar{X}	S logX	G	Log XT	XT
2	1.8741	0.2188	-0.2033	1.8296	67.5528
5	1.8741	0.2188	0.7372	2.0354	108.4945
10	1.8741	0.2188	1.2391	2.1452	139.7098
25	1.8741	0.2188	1.8488	2.2786	189.9488
50	1.8741	0.2188	2.2505	2.3665	232.5533
100	1.8741	0.2188	2.6253	2.4485	280.8739

Uji Kecocokan Distribusi Curah Hujan

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Kecocokan Distribusi Log Pearson Tipe III

Parameter	Log Pearson Tipe III	
	Chi-Square	Smirnov-Kolmogorov
Jumlah Data	30	30
Rerata	1.8741	1.8741
Deviasi	0.5816	0.5816
α (%)	5	5
Dcr Tabel	-	0.2400
Dcr hitung	-	0.1388
X ² Tabel	7.8150	-
X ² hitung	5.6548	-

Analisis Intensitas Curah Hujan

Tabel 3. Perhitungan Intensitas Hujan

No	Nama Jalan	Saluran	tc (jam)	R ₂₄ (mm)	I (mm/jam)
1	Jalan Jati	A1	0.0589	108.4945	249.0697
2		A2	0.1340	108.4945	143.9150
3		A3	0.0259	108.4945	430.2574
4		A4	0.0972	108.4945	178.2555
5		A5	0.1351	108.4945	143.1196
6		A6	0.1620	108.4945	126.7667
7		A7	0.1403	108.4945	139.5412
8		A8	0.1311	108.4945	145.9999
9		A9	0.0295	108.4945	395.2559
10		A10	0.0295	108.4945	395.2559
11		A11	0.0148	108.4945	625.7078
12		A12	0.0148	108.4945	625.7078
13		A13	0.0433	108.4945	305.6560
14		A14	0.0434	108.4945	305.2696

Perhitungan Debit banjir rencana

Perhitungan debit banjir rencana dibagi menjadi 2 yaitu debit banjir rencana akibat curah hujan dan debit akibat sisa air penduduk.

Debit akibat curah hujan

Tabel 4. Perhitungan Debit Akibat Curah Hujan

No	Nama Jalan	Saluran	A (Km ²)	A (ha)	C	I (mm/jam)	QCH
1		A1	0.0284	2.8410	0.7000	249.0697	1.3770
2		A2	0.1815	18.1500	0.7000	143.9150	5.0831
3		A3	0.0279	2.7900	0.7000	430.2574	2.3360
4		A4	0.0408	4.0790	0.7000	178.2555	1.4149
5		A5	0.0805	8.0500	0.7000	143.1196	2.2420
6		A6	0.0808	8.0800	0.7000	126.7667	1.9932
7	Jalan Jati	A7	0.1055	10.5500	0.7000	139.5412	2.8648
8		A8	0.1134	11.3400	0.7000	145.9999	3.2219
9		A9	0.0128	1.2800	0.7000	395.2559	0.9845
10		A10	0.0018	0.1800	0.7000	395.2559	0.1385
11		A11	0.0048	0.4800	0.7000	625.7078	0.5845
12		A12	0.0010	0.1000	0.7000	625.7078	0.1218
13		A13	0.0095	0.9500	0.7000	305.6560	0.5651
14		A14	0.0029	0.2900	0.7000	305.2696	0.1723

Debit akibat sisa air penduduk

Tabel 5. Perhitungan debit akibat sisa air penduduk.

No	Nama Jalan	Saluran	Kala Ulang	A (Km ²)	QAK	
					m ³ /dtk/km ²	m ³ /dtk
1		A1	5	0.0284	0.000610	0.000017
2		A2	5	0.1815	0.000610	0.000111
3		A3	5	0.0279	0.000610	0.000017
4		A4	5	0.0408	0.000610	0.000025
5		A5	5	0.0805	0.000610	0.000049
6		A6	5	0.0808	0.000610	0.000049
7	Jalan Jati	A7	5	0.1055	0.000610	0.000064
8		A8	5	0.1134	0.000610	0.000069
9		A9	5	0.0128	0.000610	0.000008
10		A10	5	0.0018	0.000610	0.000001
11		A11	5	0.0048	0.000610	0.000003
12		A12	5	0.0010	0.000610	0.000001
13		A13	5	0.0095	0.000610	0.000006
14		A14	5	0.0029	0.000610	0.000002

Debit Rencana Total

Tabel 6. Debit Rencana Total

No	Nama Jalan	Saluran	Debit Curah	Debit Air	Debit rencana
			Hujan	Kotor	Total
			m ³ /dtk	m ³ /dtk	m ³ /dtk
1		A1	1.3770	0.000017	1.3770
2		A2	5.0831	0.000046	5.0831
3		A3	2.3360	0.000017	2.3360
4		A4	1.4149	0.000008	1.4150
5		A5	2.2420	0.000032	2.2420
6		A6	1.9932	0.000049	1.9933
7	Jalan Jati	A7	2.8648	0.000015	2.8648
8		A8	3.2219	0.000020	3.2219
9		A9	0.9845	0.000008	0.9845
10		A10	0.1385	0.000001	0.1385
11		A11	0.5845	0.000003	0.5845
12		A12	0.1218	0.000001	0.1218
13		A13	0.5651	0.000006	0.5651
14		A14	0.1723	0.000001	0.1723

Analisis Debit Saluran Eksisting

Tabel 7. Perhitungan Debit Eksisting

No	Nama Jalan	Saluran	Dimensi Eksisting		S0 (%)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m ³ /dtk)	QEX (m ³ /dtk)
			B (m)	H (m)						
1		A1	-	-	0.0350	-	-	-	-	-
2		A2	0.54	0.42	0.0350	0.227	1.3800	0.1643	4.3150	0.9786
3		A3	-	-	0.0421	-	-	-	-	-
4		A4	0.54	0.42	0.0421	0.227	1.3800	0.1643	4.7330	1.0734
5		A5	-	-	0.0050	-	-	-	-	-
6		A6	0.54	0.42	0.0050	0.227	1.3800	0.1643	1.6266	0.3689
7	Jalan Jati	A7	0.47	0.52	0.0491	0.244	1.5100	0.1619	-	-
8		A8	0.54	0.42	0.0491	0.227	1.3800	0.1643	5.1118	1.1594
9		A9	-	-	0.0373	-	-	-	-	-
10		A10	0.54	0.42	0.0373	0.227	1.3800	0.1643	4.4600	1.0115
11		A11	-	-	0.1415	-	-	-	-	-
12		A12	0.54	0.42	0.1415	0.227	1.3800	0.1643	8.6819	1.9691
13		A13	-	-	0.0288	-	-	-	-	-
14		A14	0.54	0.42	0.0288	0.227	1.3800	0.1643	3.9150	0.8879

Tabel 8. Pemilihan Alternatif Saluran Pada Kelurahan Aplasi

No	Nama Jalan	Saluran	QR m ³ /dtk	QEX m ³ /dtk	Perbandingan	Alternatif
1		A1	1.3770	-	QR	3
2		A2	5.0831	0.9786	QR > QEX	2
3		A3	2.3360	-	QR	3
4		A4	1.4150	1.0734	QR > QEX	2
5		A5	2.2420	-	QR	3
6		A6	1.9933	0.3689	QR > QEX	2
7	Jalan Jati	A7	2.8648	-	QR	3
8		A8	3.2219	1.1594	QR > QEX	2
9		A9	0.9845	-	QR	3
10		A10	0.1385	1.0115	QR < QEX	1
11		A11	0.5845	-	QR	3
12		A12	0.1218	1.9691	QR < QEX	1
13		A13	0.5651	-	QR	3
14		A14	0.1723	0.8879	QR < QEX	1

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting saluran drainase di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara sudah ada saluran drainase namun belum terkoneksi dengan baik, karena di beberapa ruas jalan belum tersedia saluran drainase. Sistem drainase di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara dievaluasi berdasarkan ruas jalan yang sudah ada. Selanjutnya membandingkan debit rencana (Q_R) dan debit eksisting (Q_{EKS}) di bagi dalam tiga pemilihan alternatif yaitu Alternatif 1: Apabila debit rencana lebih kecil dari debit eksisting ($Q_R < Q_{EKS}$), maka saluran eksisting tetap dipertahankan. Jumlah saluran yang masuk dalam alternatif ini yaitu sebanyak 24 saluran, Alternatif 2: Apabila debit rencana lebih besar dari debit eksisting ($Q_R > Q_{EKS}$), maka saluran perlu diperbesar agar dapat menampung dan mengalirkan air secara optimal. Jumlah saluran yang masuk dalam alternatif ini yaitu sebanyak 30 saluran, Alternatif 3: Untuk daerah yang belum tersedia saluran drainase maka perlu dilakukan perencanaan saluran dengan debit rencana yang sudah dihitung. Jumlah saluran yang termasuk dalam alternatif ini yaitu sebanyak 70 saluran.
2. Solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan genangan air di Kelurahan Aplasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara adalah dengan memperbesar dimensi saluran dan membuat saluran baru pada ruas jalan yang belum ada saluran drainase.

Daftar Pustaka

- Halim Hasmar, H. A. (2012). *Drainase Terapan*. Jogja: UII Press Yogyakarta.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2017). *Pengelolaan sumber daya air terpadu*.
- Pekerjaan Umum. (2014). Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan. In *Implementation Science* (Vol. 39, Issue 1). Jakarta.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkebutuhan. In *Andi, Yogyakarta*. Andi. <https://books.google.co.id/books?id=om44AAAACAAJ>
- Triatmodjo, B. (2013). Hidrologi Terapan (ke-7). In *Buku Hidrologi Terapan*.

