

Analisis Limpasan Permukaan Saluran Drainase terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Tanjakan 2000 Kota Ambon

Muhammad Rizky Latupono¹, Renny James Betaubun², Penina T. Istia³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Ambon, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Muhammad Rizky Latupono

E-mail: ekylatpon@gmail.com

Abstrak

Ruas jalan Tanjakan 2000 menghubungkan Kebun Cengkeh-Stain dan memiliki saluran drainase berbentuk trapezium dengan dimensi tinggi 60 cm, lebar atas 50 cm, dan lebar dasar 40 cm. Jalan ini mengalami kerusakan berupa lubang, keriting (corrugation), dan sampah berserakan. Penelitian ini bertujuan untuk 1) menghitung dimensi drainase, 2) merencanakan kebutuhan dimensi drainase, 3) menghitung dampak pertumbuhan penduduk terhadap air buangan rumah tangga, dan 4) menganalisis kerusakan perkerasan jalan. Metode Analisis yang dipakai untuk penelitian ini adalah metode kuantitatif yang bersifat deskriptif untuk menghitung debit air dan menentukan dimensi saluran drainase pada ruas jalan adalah sebagai berikut: Perhitungan debit air curah hujan menggunakan metode : (Distribusi Gumbel, Distribusi Log Pearson III) Dan metode analisis yang dipakai untuk menghitung dan menganalisa kerusakan jalan adalah Menguraikan tingkat kerusakan dengan metode PCI. Hasil perhitungan menunjukkan curah hujan rencana 227.111 mm dengan menggunakan metode Log Person III. Debit limpasan di ruas jalan Tanjakan 2000 sebesar 0,120 m³/detik, sedangkan debit saluran sebesar Q_s: 0,216 m³/detik, menunjukkan saluran masih mampu menampung debit limpasan. Namun, terdapat 13,5 m³ sedimen yang harus dibersihkan dari saluran. Diperkirakan penduduk Batu Merah pada 2028 mencapai 82.757 jiwa untuk pertumbuhan penduduk sebesar 2,77% dengan air buangan rumah tangga sebesar 0,00157 m³/detik/orang. Nilai kerusakan perkerasan jalan dengan metode PCI pada Ruas Jalan Tanjakan 2000 adalah 69 (Good).

Kata kunci - drainase, kerusakan jalan, ruas jalan Tanjakan 2000

Abstract

The Tanjakan 2000 road section connects Kebun Cengkeh-Stain and has a trapezoidal drainage channel with dimensions of 60 cm high, 50 cm wide at the top, and 40 cm wide at the base. This road is damaged in the form of holes, corrugations, and scattered garbage. This study aims to 1) calculate the drainage dimensions, 2) plan the drainage dimension requirements, 3) calculate the impact of population growth on household wastewater, and 4) analyze road pavement damage. PCI. The calculation results show a planned rainfall of 227,111 mm using the Log Person III method. The runoff discharge on the Tanjakan 2000 road section is 0.120 m³/second, while the channel discharge is Q_s: 0.216 m³/second, indicating that the channel is still able to accommodate the runoff discharge. However, there is 13.5 m³ of sediment that must be cleaned from the channel. It is estimated that the population of Batu Merah in 2028 will reach 82,757 people for a population growth of 2.77% with household wastewater disposal of 0.00157 m³/second/person. The value of road pavement damage using the PCI method on the 2000 Uphill Road Section is 69 (Good).

Keywords - drainage, road damage, 2000 slope road section

PENDAHULUAN

Drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004) Limpasan permukaan yang masih sering dijumpai di perkotaan disebabkan oleh saluran drainase yang tidak dapat menampung air. Fungsi dari saluran drainase adalah untuk mengalirkan air permukaan ke saluran resapan, ataupun ke saluran menuju sungai alami, dan sebagai pengendali genangan air dan banjir akibat adanya peningkatan limpasan permukaan terutama yang disebabkan oleh pembangunan (Rizqiawati, N. U. 2018).

Dalam infrastruktur jalan, diperlukan sistem saluran drainase yang berfungsi baik untuk menampung dan mengalirkan air tanpa mengganggu pengguna jalan. Saluran drainase memberikan banyak manfaat, seperti meningkatkan kesehatan, kenyamanan lingkungan, mencegah limpasan air di jalan raya, menghindari genangan dan banjir, serta efektif dalam mengalirkan pembuangan air rumah tangga (Maruapey et al., 2024; Sinay et al., 2024).

Air memiliki peran penting dalam kesejahteraan individu, masyarakat dan ekonomi sekitarnya. Air buangan rumah tangga merupakan penyumbang terbesar polusi air di Indonesia. Jumlah penduduk yang besar berdampak pada jumlah polusi air yang dihasilkan Limpasan permukaan yang tidak terkelola dengan baik dapat merusak infrastruktur, termasuk jalan raya, yang akan mengganggu pengguna jalan (Al Kholif, M. 2020).



Gambar. 1.

Drainase yang kurang bagus menyebabkan banjir paada ruas jalan tanjakan 2000.

Berdasarkan uraian diatas,peneliti melakukan penelitian untuk menganalisis limpasan permukaan saluran drainase terhadap kerusakan perkerasan lentur pada ruas jalan Tanjakan 2000 guna memperoleh kualitas drainase yang lebih maksimal dalam mendistribusikan air curah hujan yang tinggi,baik terhadap bahaya retakan,deformasi dan terjadinya gerusan pada lapisan aspal.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Drainase

Drainase adalah pembuangan massa air baik secara alami maupun buantan dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat. Di bidang teknik sipil, drainase dibatasi sebagai serangkaian namunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan agar tidak tergenang.

B. Fungsi Drainase

Fungsi dari drainase adalah sebagai berikut:

1. Mengatur jalur air
2. Mencegah adanya banjir akibat air tidak tersalurkan atau tidak teresap dengan baik

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

3. Membantu melindungi infrastruktur, seperti jalan dan bangunan sekitar

C. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit rencana atau limpasan pada suatu perencanaan bangunan air. Bangunan – bangunan air tidak terlepas dengan proses siklus hidrologi dimana bangunan air merupakan bagian dari proses penampungan dan pengaliran dari salah satu proses siklus hidrologi.

D. Seri data hidrologi

- a) Partial duration series

Metode ini digunakan apabila jumlah data kurang dari 10 tahun data runtut waktu. Partial duration series yang juga disebut dengan (peaks over threshold, POT) adalah rangkaian data debit banjir/hujan yang besarnya di atas suatu nilai batas bawah tertentu. Dengan demikian dalam satu tahun bisa terdapat lebih dari satu data yang digunakan dalam analisis. Dari setiap tahun data dipilih 2 sampai 5 data tertinggi.

- b) Annual maximum series

Metode ini digunakan apabila tersedia data debit atau hujan minimal 10 tahun data runtut waktu. Tipe ini adalah dengan memilih satu data maksimum setiap tahun. Dalam satu tahun hanya ada satu data. Dengan cara ini, data terbesar kedua dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari data maksimum pada tahun yang lain tidak diperhitungkan

E. Analisis Frekuensi

- a) Metode *Log Person III*

Tiga parameter penting dalam distribusi ini yaitu harga rata – rata, simpang baku, dan koefisien kemencengan. Berikut ini langkah – langkah penggunaan distribusi *Log Person III*:

- 1) ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
- 2) harga rata – rata

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

- 3) harga simpang baku

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

- 4) koefisien kemencengan

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) s^3}$$

- 5) hitung logaritma hujan dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

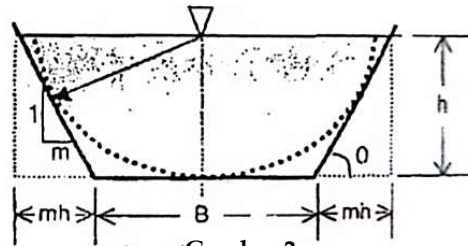
Dimana K adalah variable standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan.

- b) uji distribusi *chi – kuadrat*

Uji chi – kuadrat dimaksud untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih mewakili distribusi statistic sampel data yang di analisis. Pengambilan Keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 .

F. Perhitungan Dimensi Saluran

a) Penampang saluran trapezium



Gambar 2

Penampang Saluran Trapezium.

B = lebar dasar

b = lebar atas

h = kedalaman air

lebar puncak :

$$b = B + 2mh$$

Luas penampang basah :

$$A = Bh + mh^2$$

Keliling basah penampang :

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

Jari – jari hidraulik penampang :

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

Kecepatan aliran :

$$V = \frac{1}{N} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

G. Analisis Debit Air kotor

a) Menganalisa Tingkat Pertumbuhan Penduduk :

$$r = \frac{x_1 - x_0}{x_1}$$

b) Analisa debit air kotor :

$$Q_{ab} = \frac{q \times P_n}{A} \quad (11)$$

H. Pavement Condition Index (PCI)

a) Density (Kadar Kerusakan)

$$Density = \frac{Ad}{Ad} \times 100\% \quad (12)$$

b) Deduct Value (Nilai Pengurangan)

Deduct Value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*.

- c) Penentuan jumlah pengurangan ijin maksimum (m)

$$m = 1 + \left(\frac{9}{99}\right) \times (100 - HDV)$$

- d) *Total Deduct Value (TDV)*

Total Deduct Value (TDV) adalah nilai total dari individual deduct value untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit penelitian.

- e) *Corrected Deduct Value (CDV)*.

Corrected Deduct Value (CDV) diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV.

- f) Klasifikasi Kualitas Perkerasan

$$PCI_{(s)} = 100 - CDV$$

METODE

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berlokasi pada Jalan Tanjakan 2000 STA 00+000 – STA 01+700 Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, dengan panjang jalan 1,7 Km.



Gambar 3.
Lokasi Penelitian

B. Sumber Data

Sumber Data yang diperoleh untuk penelitian ini adalah

- 1) Keadaan kerusakan jalan
- 2) Keadaan drainase
- 3) Data curah hujan
- 4) Data jumlah penduduk desa batu merah
- 5) Peta tata guna lahan

C. Metode Analisis

Metode Analisis yang dipakai untuk penelitian ini adalah metode kuantitatif yang bersifat deskriptif untuk menghitung debit air dan menentukan dimensi saluran drainase pada ruas jalan adalah sebagai berikut:

- 1) Perhitungan debit air curah hujan menggunakan metode : (Distribusi Log Pearson III)
- 2) Uji Distribusi yang di pilih menggunakan: (Distribusi Chi – Kuadrat)
- 3) Dan metode analisis yang dipakai untuk menghitung dan menganalisa kerusakan jalan adalah Menguraikan tingkat kerusakan dengan metode PCI pada ruas jalan terdapat 5 jenis kerusakan yang dominan yaitu retak kulit buaya (alligator crack), bergelombang/keriting (corrugation), lubang (petholes), dan penurunan (depression).

PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan analisis curah hujan maksimum terhadap data curah hujan sehingga dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.

Data Curah Hujan Maksimum Harian		
No	Tahun	Ch Maksimum (X_i)
1	2023	100,8
2	2022	105
3	2021	170,5
4	2020	193,5
5	2019	101,1
6	2018	111,8
7	2017	203,3
8	2016	277
9	2015	43

Sumber : BWS Maluku 2024

Berdasarkan table 4.1 di atas data yang diperoleh dari Badan Wilayah Sungai Maluku hanya 9 tahun terakhir atau 9 data. Maka digunakan Metode Partial Duration Series dalam pengumpulan data seperti pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.

Grafik Curah Hujan Harian Maksimum.

Sehingga dari grafik di atas didapat hasil pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.
Data Curah Hujan Maksimum

No	Ch maksimum
1	277
2	203.3
3	193.5
4	170.5
5	116
6	115
7	111.8
8	105
9	103.7
10	101.1

Sumber : Olhan Data 2024

1. Analisis Curah Hujan Rencana Menggunakan Distribusi Log Person III

Tabel 3.
Perhitungan parameter statistik distribusi Log Person III

N0	Rmax (mm)	Ri (mm)	Log Ri	Log (Ri - Rt)	Log (Ri - Rt) ²	Log (Ri - Rt) ³
1	277	277	2.442	0.294	0.09	0.03
2	116	203.3	2.308	0.160	0.03	0.00
3	203.3	193.5	2.287	0.138	0.02	0.00
4	111.8	170.5	2.232	0.083	0.01	0.00
5	101.1	116	2.064	-0.084	0.01	0.00
6	103.7	115	2.061	-0.088	0.01	0.00
7	193.5	111.8	2.048	-0.100	0.01	0.00
8	170.5	105	2.021	-0.127	0.02	0.00
9	115	103.7	2.016	-0.133	0.02	0.00
10	105	101.1	2.005	-0.144	0.02	0.00
Jumlah	Σ	1496.9	21.484	0.000	0.22	0.02
Banyak Data	n		10			

Berikut merupakan perhitungan curah hujan rencana distribusi Log Person III :

a) harga rata – rata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{21,48}{10} = 2,148$$

b) harga simpang baku

$$S = \left[\frac{0,2171990}{10 - 1} \right]^{0,5} = 0,155$$

c) koefisien kemencengan

$$CS = \sqrt{\frac{10(0,0230891)}{(10 - 1)(10 - 2)0,1553487^3}} = 0,855$$

Tabel 4.
Curah hujan rencana menggunakan distribusi Log Person III

No	Kala ulang (X_R)	Rata-rata $\bar{X}$	Standar deviasi (S)	Kemencengan	Nilai K	Curah hujan rencana	
	Tahun	Log	S	CS		Log	Mm
1	2	2,148	0,155	0,855	-0.141	2.127	133.829
2	5	2,148	0,155	0,855	0.774	2.269	185.635
3	10	2,148	0,155	0,855	1.338	2.356	227.111
4	25	2,148	0,155	0,855	2.009	2.461	288.763
5	50	2,148	0,155	0,855	2.478	2.533	341.487
6	100	2,148	0,155	0,855	2.928	2.603	401.073

2. Uji Kesesuaian Distribusi (*Chi – kuadrat*)

Tabel 5.
Rekapitulasi nilai X^2 dan X^2_{cr}

Distribusi	X^2	X^2_{cr}	Keterangan
Log Person III	2	5,991	Diterima

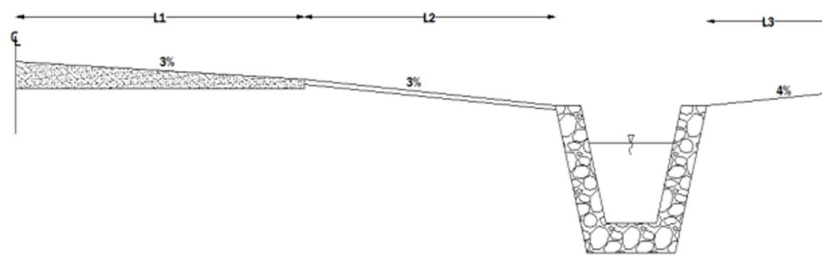
Sumber : Data olah 2024

Nilai X^2 harus lebih kecil dari nilai X^2_{cr} , maka dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Person III dapat diterima, Nilai curah hujan rencana yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya yaitu kala ulang 10 tahun, sebesar 227.111 mm.

B. Menganalisis Perhitungan Dimensi Saluran

1. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Perhitungan saluran pada STA 00+200 – STA 00+ 300



Gambar 5.
Batas-batas pengaliran

Data lapangan:

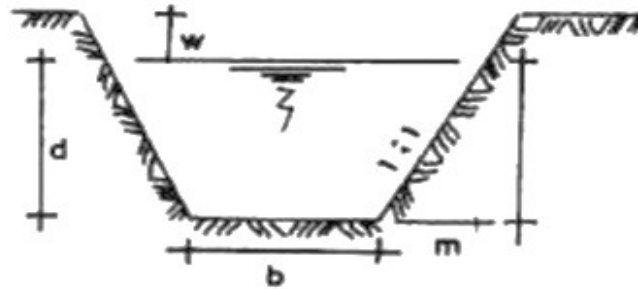
L1 = 2,25 m Aspal nd

L2 = 1,1 m Bahu jalan nd

L3 = 15 m Bagian luar jalan

Dari data yang didapat diperoleh debit air rencana atau debit air limpasan sebesar $0,120 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Perhitungan Dimensi Saluran



Gambar 6.
Dimensi Saluran Trapesium.

Perhitungan Saluran Di Lapangan

$$\begin{aligned} Fd &= \text{Luas Penampang Basah Ekonomis} \\ &= \frac{Qr}{V} \\ &= \frac{0,120}{1,50} \\ &= 0,068 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \text{Lebar dasar saluran (m)} \\ &= 0.40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= \text{tinggi muka air (m)} \\ &= 0.60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \text{sisi miring saluran} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \text{Luas Penampang Basah} \\ &= (B + mh)h \\ &= (0.40 + 1 \times 0.60) \times 0.60 \\ &= 0.144 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \text{Keliling Basah} \\ &= B + 2h\sqrt{1+m^2} \\ &= (0.40 + 2 \times 0.60 \times \sqrt{1+1^2}) \\ &= 2.097 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \text{Jari – jari Hidrolis} \\ &= A/P \\ &= 0.144 / 2.097 \\ &= 0.069 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \text{Kemiringan Dasar Saluran} \\ &= \left(\frac{V \cdot n}{R^2} \right)^2 \\ &= \left(\frac{1,50 \cdot 0,013}{0,069^2} \right)^2 \\ &= 0,01\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{Kecepatan Aliran} \\ &= \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0,013} \cdot 0,069^{\frac{2}{3}} \cdot 0,01^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

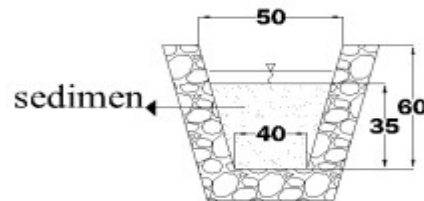
$$\begin{aligned}
 &= 1.29 \text{ m/dt} \\
 Q_s &= A \times V \\
 &= 0,144 \times 1,29 \\
 &= 0,216 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$Q_s > Q_i$$

$$Q_s: 0,216 \text{ m}^3/\text{detik} > Q_i: 0,120 \text{ m}^3/\text{detik} \dots \text{OK}$$

Debit saluran adalah $Q_s: 0,216 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit limpasan yang didapat adalah $Q_i: 0,120 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang artinya saluran pada ruas jalan Tanjakan 2000 dapat menampung debit limpasan. Pada saat curah hujan dengan intensitas yang tinggi pada Ruas Jalan Tanjakan 2000 terjadi debit pada saluran tidak dapat menampung debit limpasan karena terdapat sedimen yang menumpuk pada saluran tersebut dengan volume sedimen sebesar $13,5 \text{ M}^3$.



Gambar 7.

Sedimen saluran exsisting di lapangan.

C. Analisis Debit Air Kotor

Laju Pertumbuhan Penduduk Desa/ Kelurahan Batu Merah

Tabel 6.

Jumlah Penduduk Desa/Kelurahan Batu Merah

Desa / Kelurahan Batu Merah	
Tahun	Jumlah Penduduk
2019	72.299
2020	74.376
2021	64.795
2022	72.279
2023	73.279
Jumlah	355.598

Sumber : Data olah 2024

Standar kenaikan jumlah penduduk Provinsi Maluku sebesar 2,77% dari kenaikan tersebut maka dapat dihitung untuk jumlah penduduk 5 tahun mendatang adalah :

$$\begin{aligned}
 5 \text{ tahun } (2,77\%) &= (355.598 \times 2,77\%) + 73.279 \\
 &= 82.757 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

Tabel 7.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Laju Pertumbuhan Penduduk	Jumlah Penduduk	
	2023	2028
2,77%	73.279	82.757

Sumber : Data olah 2024

Proyeksi jumlah penduduk dari perhitungan diatas 5 tahun kemudian adalah 82.757 jiwa Air buangan penduduk diperhitungkan berdasarkan kebutuhan air tiap orang per hari diambil sebesar 135 lt/hr/orang (Dirjen Cipta Karya 1996). Jumlah air kotor yang terbuang adalah sebesar 85% dari kebutuhan air bersih.

Debit air buangan :

$$\begin{aligned} q &= 135 \times 0,85 \\ &= 114.75 \text{ lt/hari/orang.} \\ &= 0,004 \text{ m}^3/\text{Jam/ orang} \\ &= 0,000318 \text{ m}^3/\text{detik/ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ab}(2028) &= (P_n \cdot q) / A \\ &= \frac{82.757 \cdot 0,000318}{1667} \\ &= 0,00157 \text{ m}^3/\text{detik/orang} \end{aligned}$$

D. Analisis Kerusakan Jalan

Tab 8.
Rekapitulasi PCI Per Segmen

Segmen	STA	PCI	RATING	PCI Rata ²	RATING
1	0.0+000	-	0.0+100	28	Poor
2	0.0+100	-	0.0+200	26	Poor
3	0.0+200	-	0.0+300	38	Poor
4	0.0+300	-	0.0+400	100	Excellent
5	0.0+400	-	0.0+500	84	Very Good
6	0.0+500	-	0.0+600	90	Excellent
7	0.0+600	-	0.0+700	55	Fair
8	0.0+700	-	0.0+800	80	Very Good
9	0.0+800	-	0.0+900	57	Good
10	0.0+900	-	0.1+000	45	Fair
11	0.1+000	-	0.1+100	70	Good
12	0.1+100	-	0.1+200	100	Excellent
13	0.1+200	-	0.1+300	100	Excellent
14	0.1+300	-	0.1+400	89	Excellent
15	0.1+400	-	0.1+500	100	Excellent
16	0.1+500	-	0.1+600	48	Fair
17	0.1+600	-	0.1+700	63	Good

Sumber : Olahan Data 2024

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabek 11 rating niali PCI untuk Ruas Jalan Tanjakan 2000 Kota Ambon dari *Very Poor* (26) sampai dengan *Excellent* (100),dengan rating PCI rata-rata *Good* (69).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dari pembahasan mengenai Analisis limpasan permukaan saluran drainase terhadap kerusakan perkerasan lentur pada ruas jalan Tanjakan 2000 Kota Ambon, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dimensi saluran drainase yang ada pada Ruas Jalan Tanjakan 2000 Kota Ambon berbentuk trapezium dengan dimensi lebar dasar saluran 40 cm, lebar atas saluran 50 cm dan tinggi saluran 60 cm.

2. Debit saluran yang ada pada ruas jalan tersebut sebesar $0,216 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit limpasan sebesar $0,120 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang artinya saluran pada ruas jalan Tanjakan 2000 dapat menampung debit limpasan, tetapi terdapat sedimen yang mengakibatkan terjadi pengurangan dimensi sehingga pada saat curah hujan dengan intensitas yang tinggi debit pada saluran tidak dapat menampung debit limpasan.
3. Debit air buangan dari rumah tangga yang masuk pada saluran drainase eksisting di tahun 2028 dengan laju pertumbuhan penduduk 2,77% sebesar $0,00157 \text{ m}^3/\text{detik/orang}$
4. Nilai kerusakan yang terjadi pada ruas Jalan Tanjakan 2000 dengan menggunakan Metode PCI memiliki rating dari *Very Poor* sampai dengan *Excellent* dan nilai secara keseluruhan pada ruas jalan tersebut adalah 68 dengan Rating *GOOD*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M. 2020. *Pengelolaan air limbah domestik*. Scopindo Media Pustaka.
- Fitriyah, F., Riyanto, A., Sunarjono, S., & Harnaeni, S. R. 2019. *Analisis Kualitas Drainase terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan berdasarkan Metode Pavement Condition Index (PCI)*(Studi Kasus: Jalan Raya Tanjung Anom-Daleman KM 0+ 000-KM 3+ 150).
- Hardiyatmo, H. C. 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya Edisi Ke-dua*. Yogyakarta: Gajdah Madah University Press.
- Indonesia, S. N. 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta: Dewastandarisasi Nasional-DSN.
- Kaliky, H. B., Walsen, S., & Jakob, J. C. 2024. *Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Dan Estimasi Biaya Perbaikan Pada Ruas Jalan Amanhuse Kota Ambon*. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(2), 81-87.
- Manabung, A. A., Talakua, E., & Istia, P. 2023. *Analisa Sistem Drainase Jalan Dalam Upaya Penanggulangan Genangan Di Kawasan Jalan Merpati Kelurahan Rijali Kota Ambon*. *JURNAL SIMETRIK*, 13(2), 749-756.
- Marga, B. 1995. *Manual Pemeliharaan Rutin Untuk Jalan Nasional dan Jalan Propinsi*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Unun.
- Maruapey, S., Betaubun, R. J., & Jakob, J. C. (2024). *Evaluasi Saluran Drainase Jalan Wolter Monginsidi Passo Kecamatan Baguala Kota Ambon*. *Koloni*, 3(1), 116-122.
- Palimbongan, R. Z. A., Sumarauw, J. S., & Mananoma, T. 2020. *Analisis Sistem Drainase Di Jalan Parigi 7 Kelurahan Malalayang I Kecamatan Malalayang Kota Manado*. *TEKNO*, 18(74).
- Rifa'i, R., & Agusdini, T. M. C. 2019. *Evaluasi Kerusakan Jalan Dan Drainase Pada Ruas Jalan Raya Sugio Dengan Metode Bina Marga (Studi Kasus: Ruas Jalan Sugio, Kabupaten Lamongan)*. In *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur* (Vol. 1, No. 1, pp. 119-124)..
- Rizqiawati, N. U. 2018. *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase (Studi Kasus: Dusun Kimpulan, Desa Sadonoharjo, Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta)*.
- Sinay, A. I., Maitimu, A., & Jacob, J. C. (2024). *Analisis Kebutuhan Jembatan Penyeberangan Orang Berdasarkan Perhitungan Hubungan Arus Kendaraan Penyeberang Pada Jl. Jenderal Sudirman*. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(8), 198-214.
- Sulistiyatno, A., & Dhanar, M. 2012. *Studi Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Aspal dan Perencanaan Subdrain Untuk Ruas Jl. Rungkut Industri Raya, Jl. Rungkut Kidul Raya, Surabaya*. *J. Tek. POMITS*, 1(1), 1-6.
- Suripin (watervoorziening.). 2004. *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi terapan*. Beta Offset, Yogyakarta, 59, 50.