

## **Analisa Faktor Penyebab Terjadinya Limpasan Air Pada Saluran Drainase Di Desa Leksula, Kabupaten Buru Selatan, Menggunakan Program EPA SWMM.**

*Charles Johandersson. Tiwery<sup>1</sup>, Yesika Amelia Tani<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil*

*Gmail : [charlestiwery@gmail.com](mailto:charlestiwery@gmail.com)*

*<sup>2</sup>Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon*

*Gmail : [yessicaamelia11@gmail.com](mailto:yessicaamelia11@gmail.com)*

### **Abstract**

Water runoff that causes inundation or flooding is one of the problems that routinely occurs in Leksula Village when the rainy season comes. The purpose of this study is to analyze the amount of discharge produced by rain as a burden on drainage, analyze the capacity of existing channels in Leksula village and analyze the factors that affect water runoff in drainage channels. In this study, a review was first carried out at the location of the research area and then collected data related to hydrology and hydraulics. Furthermore, after obtaining the data, it is necessary to analyze using quantitative methods where the analysis is carried out with a mathematical formula model, including: conducting a hydrological analysis to obtain a design discharge, hydraulics analysis to determine the capacity of the drainage, and conducting modeling by utilizing the SWMM 5.1 program. The results showed that there are five channels whose capacity is less than the plan discharge that will enter the channel, namely the C5 channel, where the capacity on the C5 can only accommodate a flow discharge of 0.030 m<sup>3</sup>/s while the flow plan discharge is 0.337 m<sup>3</sup>/s on the C8 channel with a capacity of 0.098 m<sup>3</sup>/s while the plan discharge is 0.340 m<sup>3</sup>/s on the C9 channel with a capacity of 0.053 m<sup>3</sup>/s while the plan discharge is 0.414 m<sup>3</sup>/s and on the C10 channel with a capacity of 0.340 m<sup>3</sup>/s on the C9 channel with a capacity of 0.053 m<sup>3</sup>/s while the plan discharge is 0.414 m<sup>3</sup>/s and on the C10 channel with a capacity of 0.340 m<sup>3</sup>/s on the C9 channel with a capacity of 0.053 m<sup>3</sup>/s while the plan discharge is 0.414 m<sup>3</sup>/s and on the C10 channel with a capacity of 0.340 m<sup>3</sup>/s on the C9 channel with a capacity of 0.053 m<sup>3</sup>/s while the plan discharge is 0.414 m<sup>3</sup>/s and the C10 channel with a capacity of 0.340 m<sup>3</sup>/s on the C9 0.094 m<sup>3</sup>/s while the plan discharge is 0.647 m<sup>3</sup>/s and on the C17 channel with a capacity of 0.100 m<sup>3</sup>/s while the plan discharge is 0.142 m<sup>3</sup>/s. So that it can be known the factors that cause water runoff in the drainage channel in Leksula village are water runoff in the drainage channel in Leksula village, namely high rain intensity, topographical conditions at the location where The steeper the slope of the land, the faster the speed of water flow will also be faster so that there is a release of soil particles on the surface of the soil along with the spleen.

Keywords: Rain, Discharge, Drainage, Runoff, SWMM

### **1. PENDAHULUAN**

Genangan merupakan peristiwa air yang berhenti mengalir pada suatu area tertentu yang bukan merupakan badan air atau tempat air. Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah dan menimbulkan kerugian fisik, sosial ekonomi. Banjir dapat terjadi disuatu wilayah apabila curah hujan yang tinggi, serta kemampuan sistem drainase yang ada tidak dapat menampung volume hujan tersebut. Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air (banjir) dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal, (Suripin, 2004).

Salah satu wilayah di Kabupaten Buru Selatan, lebih tepatnya dalah Desa Leksula, Sejak 10 tahun terakhir pada beberapa ruas jalan sering terjadi luapan dari saluran drainase ketika musim hujan datang,

dikarenakan saluran drainase yang kurang memadai dan tidak dapat berfungsi dengan baik untuk menampung air hujan. Luapan air tersebut mengakibatkan terjadi genangan air di beberapa titik, yang mengganggu berbagai aktivitas yang berada di titik tersebut. Kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan terjadinya penyumbatan saluran drainase.

Meningkatnya jumlah penduduk di suatu pemukiman, mengakibatkan beban drainase yang ditampung bukan hanya dari air hujan saja melainkan juga dari limbah, baik berupa sampah maupun limbah cair. Jika tidak disertai dengan penambahan drainase, maka tentunya ketidaknyamanan akan dirasakan. Genangan banjir merupakan salah satu permasalahan yang rutin terjadi di Desa Leksula ketika musim penghujan datang. Oleh karena itu saluran drainase yang ada perlu dievaluasi agar diketahui apa penyebab terjadinya genangan serta banjir saat musim

penghujan. Pemodelan sistem drainase sangat diperlukan untuk mempermudah penulis dalam menganalisis setiap saluran. Salah satu program EPA SWMM 5.1 yang dapat membantu penulis untuk menganalisis hidrologi, limpasan dan hidraulika drainase

**2. KAJIAN PUSTAKA**

**2.1. Defenisi Drainase**

Drainase secara umum didefenisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam satu konteks pemanfaatan tertentu (H.A. Halim Hamsar, 2011). Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem yang berguna untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Genangan merupakan peristiwa air berhenti mengalir dan terkonsentrasi pada suatu tempat tertentu. Genangan air terjadi karena banyak faktor, salah satu penyebabnya adalah terbatasnya kapasitas saluran drainase untuk menampung air hujan. Drainase dibuat untuk menjawab semua permasalahan terkait genangan (Novansyah Fajri, 2022).

**2.2. Permasalahan Sistem Drainase**

**1. Peningkatan Debit**

Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan saluran drainase. Kapasitas saluran drainase menjadi berkurang, sehingga tidak mampu menampung debit air.

**2. Penataan Lingkungan**

Bangunan-bangunan penduduk mempersempit dimensi saluran serta perubahan bentuk kontur untuk pengembangan permukiman sebagian telah merubah arah aliran yang berdampak pada kesenjangan antara penataan drainase dengan kenyataan.

**3. Perubahan Tata Guna Lahan**

Hampir semua kawasan merupakan lahan bangunan dan kawasan resapan yang ada sangat kecil juga. Sebagian saluran yang ada masih saluran alam padahal lahan yang semula kosong telah menjadi pemukiman padat.

**4. Kapasitas Saluran**

Saluran yang sudah ada kurang mampu menampung kapasitas debit air hujan padahal lahan untuk pengembangan saluran sudah tidak ada (normalisasi) non teknis.

**5. Fungsi**

Penyalahgunaan fungsi saluran itu sendiri yang sebagian saluran masih berfungsi campuran (*mixed used*) untuk drainase dan saluran limbah.

**6. Peran Masyarakat**

Kurangnya kesadaran masyarakat/partisipasi masyarakat yang rendah yang membuang sampah

pada saluran sehingga mengakibatkan jalan air tidak lancar

**2.3. Aspek Hidrologi Terhadap Drainase**

Hidrologi merupakan suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahan antara lain: keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan dibawah permukaan tanah, didalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi.

**1. Siklus Hidrologi**

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Semua air yang ada di bumi baik itu air di permukaan tanah (Sungai, Danau) dan air laut akan menguap ke udara. Uap air bergerak ke atmosfer dan kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan, dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian akan meresap kedalam tanah, dan sebagian lainnya mengalir dipermukaan tanah mengisi cekungan tanah, masuk ke danau, sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus (Triatmojo Bambang, 2015).

**2. Analisa Hidrologi**

Secara umum analisa hidrologi merupakan satu bagian awal dalam perencanaan bangunan-bangunan hidrolik. Pengertian yang terkandung didalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisa hidrologi merupakan masukan penting dalam analisa selanjutnya. Bangunan hidrolik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir dan lain sebagainya. Ukuran dan karakter bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisa hidrologi.

**3. Analisa Frekuensi Hujan**

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Analisis frekuensi hujan berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Parameter yang digunakan dalam pengolahan data hujan adalah parameter statistic yang meliputi pengukuran tendensi sentral (*central tendency*) dan dispersi (*dispersion*) sebagai berikut :

**a. Tendensi Sentral**

Nilai rerata (*average*) :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi \dots\dots\dots(1)$$

b. Dispersi

1) Nilai deviasi standar (*standard deviation*)

$$Sx = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2} \dots\dots\dots(2)$$

2) Koefisien *skewness*

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)Sx^3} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3 \dots\dots\dots(3)$$

3) Koefisien Varians :

$$Cv = \frac{Sx}{\bar{X}} \dots\dots\dots(4)$$

4) Koefisien Kurtosis :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sx^4} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4 \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

*n* = Jumlah data

*Xi* = Nilai ke-*I* dari pengamatan

*Sx* = Nilai deviasi standar

$\bar{X}$  = Nilai rerata

*Cs* = Koefisien *skewness*

*Cv* = Koefisien Varians

*Ck* = Koefisien Kurtosis

Untuk menentukan jenis distribusi data digunakan pendekatan yang bertujuan agar jenis distribusi data yang dipilih sesuai dengan keadaan data yang ada. Adapun salah satu pendekatan yang dilakukan yaitu berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Syarat Pemilihan Distribusi Frekuensi  
(Sumber : Bambang Triatmojo, 2015)

Distribusi Frekuensi	Ck	Cs
Gumbel	5.4	1.14
Normal	3	0
Log Person III	Selain dari nilai di atas	Selain dari nilai di atas
Log Normal	$C_p^3 + 6C_p^2 + 15C_p + 3$	$C_p^3 + 3C_p$

Dalam analisis frekuensi untuk hidrologi ada beberapa bentuk fungsi distribusi yang digunakan antara lain Distribusi Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Person Type III dengan bentuk umum rumusnya :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \cdot S_x \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

*X<sub>Tr</sub>* = Hujan rencana dengan periode ulang *T* tahun

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata dari data hujan

*K<sub>T</sub>* =Faktor frekuensi (Tiap distribusi mempunyai nilai *K<sub>T</sub>* berbeda)

*Sx* = Standar deviasi dari data hujan

4. Uji Distyribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. (Kamiana. 2011:36). Terdapat dua metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat (*X<sup>2</sup>*) dan Metode Smirnov-Kolmogorof

a. Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut : (Kamiana. 2011:36)

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} \dots\dots\dots(7)$$

Dalam hal ini :

*X<sup>2</sup>* = Paramteter chi-kuadrat terhitung

*n* = Jumlah sub kelompok

*Of* = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke *f*

*Ef* = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke *f*

b. Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

$$\Delta P_i = P(x_i) - P'(x_i) \dots\dots\dots(8)$$

Apabila  $\Delta P_i$  lebih kecil dari  $\Delta P$  kritis maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana dapat diterima, sebaliknya jika harga  $\Delta P_i$  lebih besar dari  $\Delta P$  kritis, maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana debit rencana tidak diterima.

5. Intensitas-Durasi Frekuensi

Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) biasanya diberikan dalam bentuk kurva yang memberikan hubungan antara intensitas hujan sebagai ordinat, durasi hujan sebagai absis dan beberapa grafik yang menunjukkan frekuensi atau periode ulang. Analisa IDF dilakukan untuk memperkirakan aliran puncak berdasar data hujan. Apabila yang tersedia adalah data hujan harian, Mononobe mengusulkan persamaan berikut ini untuk menurunkan kurva IDF (Bambang Triatmojo, 2015)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

*I* = Intensitas hujan untuk lama hujan *t* (mm/jam)

*t* = Lamanya curah hujan (jam)

*R<sub>24</sub>* = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

6. Debit Rencana

Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase di suatu daerah dapat dilakukan dengan menggunakan metode Rasional, atau Hidrograf satuan. Metode Rasional ini sangat simple dan mudah penggunaanya, namun penggunaanya terbatas untuk DAS ukuran kecil yaitu kurang dari 300 ha (Suripin, 2014).

$$Q = 0,278 C.I.A \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

*Q* = Debit aliran air limpasan (m<sup>3</sup>/detik)

*C* = Koefisien run off (berdasarkan standar baku)

*I* = Intensitas hujan (mm/jam)

*A* = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

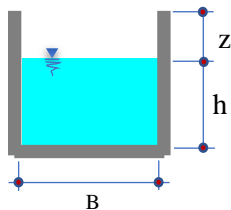
**2.4. Aspek Hidrolika Terhadap Drainase**

Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera dialirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Penampungan tersebut dapat berupa sungai atau kolam retensi. Kapasitas pengaliran dari saluran tergantung pada bentuk, kemiringan dan kekasaran saluran. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan.

**1. Dimensi Saluran**

Rumus Manning dapat dilihat sebagai berikut:

Persegi Panjang



Gambar 1. Penampang Saluran Persegi

Luas Penampang Basah (A)

$$A = B \cdot h \dots\dots\dots (11)$$

Keliling basah (P)

$$P = B + 2h \dots\dots\dots (12)$$

Jari-jari hidrolika (R)

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (13)$$

tinggi jagaan

$$Z = \sqrt{0,5 \cdot h} \dots\dots\dots (14)$$

**2. Kecepatan Aliran**

Rumus kecepatan dianalisa dengan persamaan Manning (1889) menurut (Suripin, 2004) :

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) X R^{\frac{2}{3}} X S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana :

R = Jari-Jari Hidrolik (m)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

S = Kemiringan memanjang dasar saluran

n = Koefisien kekasaran menurut Manning yang besarnya tergantung dari bahan dinding saluran yang dipakai.

**3. Kapasitas Saluran**

Kapasitas saluran ini, digunakan sebagai acuan untuk menyatakan apakah debit yang direncanakan tersebut mampu untuk ditampung oleh saluran pada kondisi eksisting tanpa terjadi peluapan air (Anggrahini, 2005). Analisa untuk menghitung kapasitas saluran dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (14)$$

Dimana :

Q = Debit banjir rancangan (m<sup>3</sup>/dt)

A = Luas penampang basah ( m<sup>2</sup>)

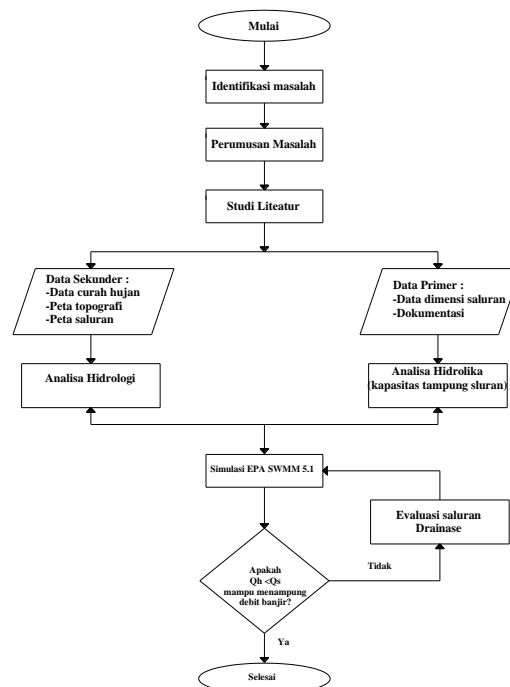
V = kecepatan aliran (m/dt)

**2.5. EPA-SWMM 5.1 Model**

SWMM (*Storm Water Management Model*) digunakan para *engineer* pada perencanaan hampir di seluruh dunia. SWMM merupakan model hidrologi, hidraulika, dan kualitas air. SWMM menerima data masukan berupa hujan di kawasan, mengubahnya menjadi aliran limpasan permukaan, dan melakukan penelusuran aliran di saluran. Dalam penelusuran aliran, SWMM dapat pula sekaligus menyimulasikan sebaran kualitas air. SWMM cocok terutama untuk keperluan simulasi aliran air di saluran drainase kota. SWMM memiliki editor untuk mengolah data masukan, editor untuk melakukan hitungan (simulasi) hidrologi, hidraulika, dan kualitas air, serta editor untuk menampilkan hasil simulasi dalam bentuk tabel dan grafik. SWMM melakukan transformasi hujan di kawasan tangkapan hujan (subcatchment) menjadi limpasan langsung di lahan. SWMM meneruskan limpasan langsung ini ke saluran (conduit) melalui sebuah junction dan kemudian melakukan hitungan hidraulika aliran di saluran. Hasil hitungan SWMM adalah debit aliran permukaan dari kawasan tangkapan hujan, profil muka air di saluran, dan profil kecepatan aliran di saluran (Istiarto, Simulasi Aliran 1 Dimensi).

**3. METODE PENELITIAN**

**3.1. Alir Penelitian**



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

### 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Juli sampai Oktober tahun 2022, di desa Leksula, Kabupaten Buru Selatan. Leksula sendiri memiliki luas wilayah 0,21km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 3,564 Jiwa. Pada sebelah timur berbatasan dengan Desa Kase, barat dengan Desa Mepa, sebelah utara berbatasan dengan Desa Fakal, dan sebelah selatan berbatasan dengan laut.



Gambar 3. Lokasi Penelitian (Sumber: *Google earth*)

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Untuk melakukan analisa yang baik, diperlukan data atau informasi, teori konsep dasar dan alat yang memadai, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan, yakni:

1. Data Primer yang berupa data yang didapatkan secara langsung seperti survey di lokasi dan mendapatkan dimensi saluran, sistem jaringan drainase serta arah aliran air, letak genangan, kondisi fisik saluran dan dokumentasi
2. Data Sekunder yang berupa data yang didapatkan dari instansi atau lembaga tertentu yang meliputi, Data curah hujan 10 tahun terakhir yang didapatkan dari stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Meteorologi Namlea, peta topografi berupa elevasi didapat dari *google earth*.

### 3.4 Teknik Analisa Data

Analisa data yang digunakan adalah analisis kuantitatif. Analisis ini dilakukan dengan model rumus matematis, yaitu :

#### 1. Analisa hidrologi

Dalam analisis hidrologi kegiatan yang dilakukan meliputi :

- a. Pengumpulan data hidrologi yakni data curah hujan
- b. Analisis frekuensi hujan  
Ramalan besarnya hujan untuk beberapa periode ulang dengan menggunakan perhitungan beberapa jenis distribusi antara

lain distribusi metode Gumbel, Log Pearson type III, Normal dan metode distribusi Log Normal.

- c. Analisis periode kala ulang curah hujan
  - d. Analisis intensitas dan waktu hujan
  - e. Perhitungan Intensitas Curah Hujan dengan menggunakan Metode Mononobe untuk periode ulang 2,5 dan 10 tahun
  - f. Menentukan koefisien aliran pengaliran
  - g. Daerah tangkapan air
  - h. Analisa debit rencana
  - i. Debit rencana didapat dari hasil running program EPA SWMM.
2. Analisa hidrolika
    - a. Perhitungan dimensi penampang saluran berdasarkan hasil analisa hidrologi dan menganalisa seberapa besar debit yang di tampung drainase yang ada pada lokasi penelitian.
    - b. Perhitungan Kecepatan dengan menggunakan rumus Manning.
    - c. Perhitungan kapasitas saluran drainase menggunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning, yang digunakan sebagai acuan untuk menyatakan apakah debit yang direncanakan mampu di tampung di saluran pada kondisi eksisting.
  3. Pemodelan dengan program SWMM  
Pemodelan SWMM dilaksanakan setelah semua data terkumpul berupa *rain gage*, *subcatchment*, *conduit*, *outfall*, dan *divider*. Adapun langkah-langkah pemodelan dalam program SWMM sebagai berikut :
    - a. Pengaturan *Project Setup Default*
    - b. *Backdrop Map*
    - c. *Input subcatchment*
    - d. Data hujan diolah menjadi intensitas jam-jaman, diinputkan sebagai *rain gage*
    - e. Kalibrasi
    - f. Evaluasi hasil SWMM
    - g. *Running SWMM*

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Hidrologi

Data Curah Hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan pada tahun 2012 sampai dengan 2021 yang didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) Namlea. Berikut data hujan maksimum tahunan Stasiun Namlea yang dapat dilihat pada Tabel 2. Sebelum menganalisa frekwensi hujan terlebih dahulu dianalisa parametr statistiknya untuk kemudian di tentukan jenis distribusi yang digunakan untuk analisa hujan rencana. Analisa parameter statistik menggunakan persamaan 1 sampai 5.

**Tabel 2.** Data Curah Hujan Harian Maksimum 10 Tahun terakhir (Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Meteorologi Namlea)

Stasiun Meteorologi Namlea		
No	Tahun	R (mm)
1	2012	80,8
2	2013	85,8
3	2014	179
4	2015	112,40
5	2016	106,7
6	2017	109,9
7	2018	92,5
8	2019	40,10
9	2020	123,3
10	2021	79,4

Berdasarkan data hujan didapatkan nilai rerata hujan yang digunakan untuk distribusi Gumbel dan Normal yaitu 100,99 sedangkan distribusi Log Normal dan Log Person Type III adalah 1,977. Standaar Deviasi untuk distribusi Gumbel dan Normal adalah 36,070 sedangkan untuk distribusi Log Normal dan Log Person Type III adalah 0,168. Untuk hasil perhitungan terhadap nilai  $c_s$  dan  $c_k$  terlampir pada tabel 3.

Tabel 3. Menentukan Jenis Distribusi

Metode Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Ket
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	0,710 6,036	Tidak
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^6 + 3C_v^4 + 15C_v^2 + 16C_v^2 + 3$	0,255 3,118	Tidak
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	0,710 6,036	Tidak
Log Pearson Type III	$C_s$ dan $C_k$ selain dari nilai di atas		Memenuhi

Dari pengujian yang dilakukan di atas berdasarkan perhitungan terhadap beberapa jenis distribusi, yang memenuhi syarat adalah jenis distribusi Log Person Type III. Dari jenis distribusi yang telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan sebarannya dengan menggunakan Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk mengetahui apakah kecocokan sebaran distribusi menggunakan Log Person Type III dapat diterima atau tidak.

**1. Uji Chi-Kuadrat**

Tabel 4. Hasil Analisa Uji Chi-Kuadrat

Kls	Interval	Ei	Oi	Oi-Ei	(Oi-Ei)^2/Ei
1	>132,123	2	1	-1	0,5
2	104,898-132,123	2	4	2	2
3	85,75-104,898	2	2	0	0
4	70,340-85,75	2	2	0	0
5	<70,340	2	1	-1	0,5
Jumlah		10	10	$X^2$	3

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapat nilai  $X^2$  sebesar 3,00 yang kurang dari nilai  $X^2_{ch}$  pada tabel uji Chi Kuadrat yang besarnya 5,991. Maka dari itu pengujian kecocokan penyebaran dapat diterima.

**2. Uji Smirnov Kolmogorov**

Tabel 5. Hasil Analisa Uji Smirnov-Kolmogorov

m	Log Xi (mm)	$P(x) = \frac{m}{(n+1)}$	Ft	P'(x)	$\Delta P$
1	2,25	0,09	1,64	0,033	-0,0580
2	2,09	0,18	0,68	0,458	<b>0,2765</b>
3	2,05	0,27	0,44	0,312	0,0391
4	2,04	0,36	0,38	0,338	-0,0254
5	2,03	0,45	0,30	0,381	-0,0739
6	1,97	0,55	-0,07	0,550	0,0048
7	1,93	0,64	-0,26	0,603	-0,0336
8	1,91	0,73	-0,42	0,653	-0,0747
9	1,90	0,82	-0,46	0,780	-0,0384
10	1,60	0,91	-2,23	0,915	0,0064

Dari perhitungan nilai  $\Delta P$ , menunjukkan nilai  $P_{max} = 0,2765$ . Dengan menggunakan data untuk derajat kepercayaan 5%, maka diperoleh  $P_0 = 0,41$ . Karena nilai  $P_{max}$  lebih kecil dari nilai  $P_0$  Kritis  $0,2765 < 0,41$  maka persamaan distribusi menggunakan distribusi Log Person Type III dapat diterima.

**3. Hujan Rencana**

Berdasarkan hasil pengujian kecocokan distribusi didapatkan distribusi Log-Person III yang sesuai. Dengan demikian besar hujan rencana dapat dianalisa berdasarkan parameter statistik dari distribusi Log Person III. Analisa Hujan Rencana dianalisa dengan Persamaan 1. Hasilnya disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Curah Hujan Rencana

Tr (Tahun)	K	Log Xr	Xr (mm)
2	0,145	1,977	100,416
5	0,860	2,122	132,348
10	1,150	2,171	148,081

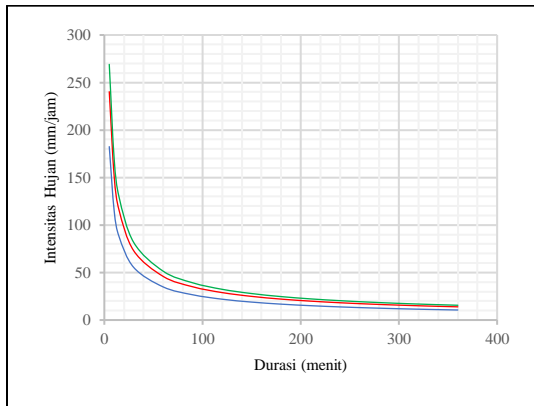
Nilai K pada Tabel 5, diperoleh dari hasil interpolasi tabel K untuk distribusi Log Person III, berdasarkan nilai Koefisien Skwenes ( $C_s$ ).

**4. Intensitas Hujan Rencana**

Intensitas hujan dihitung menggunakan metode Mononobe (persamaan 9) dengan berbagai periode ulang. Periode ulang merupakan waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Hasil analisa intensitas hujan rencana untuk berbagai periode ulang dan durasi hujna disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai Intensitas Curah Hujan untuk berbagai Durasi dan Periode Ulang

t	Curah Hujan (mm)		
	XT2	XT5	XT10
jam	100,42	132,248	148,08
1	34,81	45,85	51,34
2	21,93	28,88	32,34
3	16,74	22,04	24,68
4	13,82	18,19	20,37
5	11,91	15,68	17,56
6	10,54	13,89	15,55



**Gambar 4.** Kurva Lengkung Intensitas Hujan Metode Mononobe

Kurva lengkung intensitas hujan memperlihatkan bahwa semakin pendek durasi hujan maka makin besar jumlah intensitas hujan .

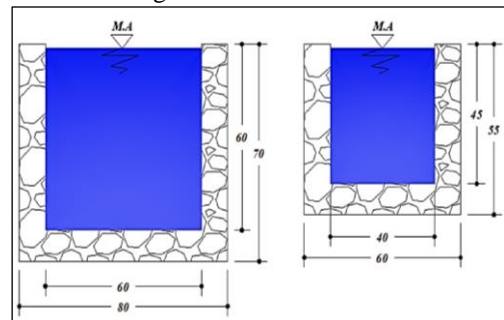
**4.2. Pengolahan Data Menggunakan Pemodelan EPA SWMM**

EPA SWMM merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pemodelan atau mensimulasikan model hujan atau air limpasan pada suatu daerah. Langkah-langkah pengolahan data melalui EPA SWMM 5.1 adalah sebagai berikut:

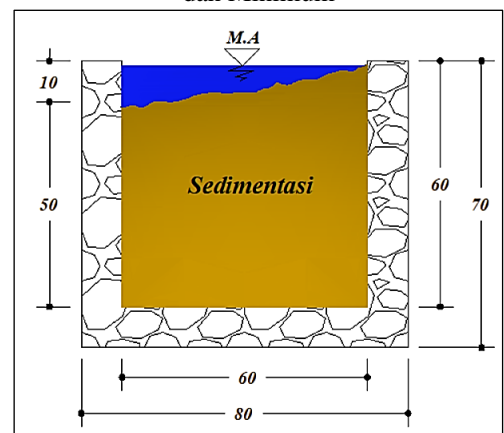
1. Melakukan penggambaran sistem jaringan drainase pada software *Google Earth Pro*. Dan kemudian mengambil nilai koordinat pada software *Google Earth Pro* yang akan dimasukkan ke dalam software EPA SWMM juga meminimalisir kesalahan jarak.
2. Melakukan penggambaran area *subcatchment* yang digunakan untuk daerah tangkapan hujan, *junction* yang digunakan untuk titik masuknya air limpasan kedalam saluran, *conduits* sebagai saluran dari limpasan air dan *rain gage* untuk penempatan stasiun hujan yang digunakan dalam simulasi.
3. Melakukan input data yang digunakan dalam pemodelan pada tiap-tiap tools yang digunakan sebagai berikut :
  - a. *Rain Gages*  
*Rain Gages* data yang digunakan berasal dari *time series* yang sudah kita buat sebelumnya yaitu perhitungan intensitas hujan.
  - b. *Subcatchment Area*  
 Data-data yang sudah dimasukkan ke dalam *rain gages* digunakan di dalam data *subcatchment area* dalam kolom *rain gages* sesuai dengan namanya “Gage1”.
  - c. *Junctions*  
 Data ketinggian lahan atau *invert elevation* dibutuhkan dalam data yang dibutuhkan *Junctions* dengan menggunakan perangkat lunak pihak ketiga yaitu *Google Earth*.

d. *Conduits*

*Conduits* membutuhkan data-data yang berkaitan dengan bentuk dan dimensi saluran



**Gambar 5.** Penampang Saluran Maksimum dan Minimum



**Gambar 6.** Salah Satu Contoh Penampang Saluran dengan sedimentasi

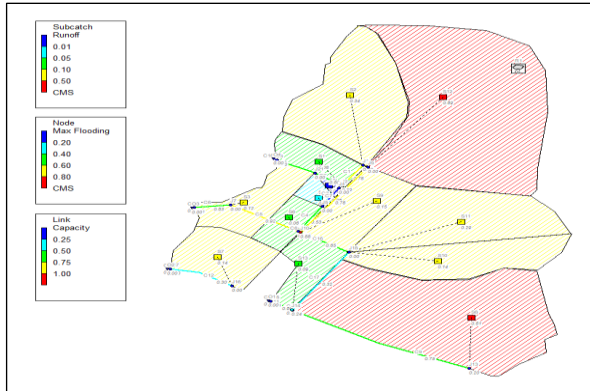
Setelah preparasi pengolahan data selesai dilakukan maka data-data yang didapat siap untuk digunakan untuk proses simulasi model dan tahap selanjutnya yaitu proses simulasi SWMM. Untuk menjalankan simulasi dibutuhkan beberapa tahap penyesuaian pada *General Options*, *Date Options*, *Time Step Options*, dan *Dynamic Wave*, berikut tahap-tahap penyesuaian yang terdapat pada jendela *project*.

- a. *General Options*.
- b. *Date Options*
- c. *Time Step Options*
- d. *Dynamic Wave Options*

Hasil simulasi dengan kala ulang 10 tahun didapatkan data saluran yang banjir dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Titik banjir kala ulang 10 tahun

Titik Luapan	Jam kebanjiran	Jam Banjir Maksimum	Volume Luapan Air (liter)
J2	1,92	02,00	651,000
J10	7,14	02,00	6707,000
J13	2,84	02,00	465,000
J14	0,81	02,00	1290,000

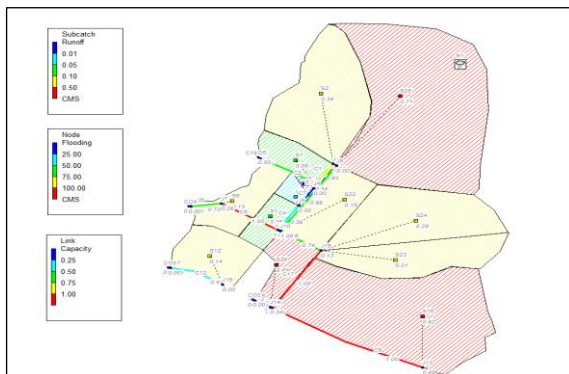


Gambar 7. Hasil Simulasi Aliran Limpasan kondisi eksisting

Tabel 8 menunjukkan bahwa terdapat 4 titik terjadi luapan dalam hasil simulasi SWMM yaitu pada titik J2, J10, J13, J14, dengan volume luapan tertinggi mencapai 6.707.000 liter dengan lama banjir 7.14 jam yang terjadi pada titik J10 dan titik luapan terendah terjadi pada titik J13 dengan luapan sebesar 465.000 liter dengan lama banjir 1.13 jam. Setelah didapatkan titik saluran yang mengalami banjir, kemudian dilakukan pengambilan *profile plot* ini bertujuan untuk melihat aliran air secara melintang dari hasil simulasi menggunakan program EPA SWMM.

Tabel 9. Titik banjir kala ulang 10 tahun kondisi sedimentasi

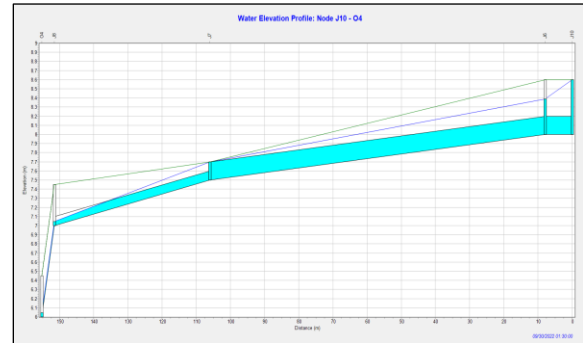
Titik Luapan	Jam kebanjiran	jam banjir maksimum	Volume Luapan Air (liter)
J2	10,19	02,00	3071,000
J6	2,99	01,06	262,000
J7	10,92	02,00	2023,000
J10	10,89	02,00	16076,000
J11	3,04	02,00	793,000
J13	10,96	02,00	8663,000
J18	9,02	02,00	949,000



Gambar 8. Hasil Simulasi Aliran Limpasan Kondisi sedimentasi

Sedangkan untuk kondisi eksisting terdapat 7 titik terjadi luapan yaitu J2, J6, J7, J10, J11, J13, J18 dengan volume luapan tertinggi mencapai 16.076.000 liter dengan lama banjir 10.89 jam yang terjadi pada titik

J10 dan titik luapan terendah terjadi pada titik J11 dengan luapan sebesar 793.000 liter dengan lama banjir 3.04 jam. Setelah didapatkan titik saluran yang mengalami banjir, kemudian dilakukan pengambilan *profile plot* ini bertujuan untuk melihat aliran air secara melintang dari hasil simulasi menggunakan program EPA SWMM. Berikut salah satu contoh hasil dari *profile plot* saluran yang mengalami banjir.



Gambar 9. node J10-J6-J7-J3-out4

Gambar 9, menampilkan gambar *profile plot* dari saluran drainase yang ada pada node J10 dan J2 Banjir terjadi karena endapan berupa tanah dan sampah plastik yang menutupi saluran drainase dimana terjadi pengecilan dimensi pada saluran yang menyebabkan kapasitas saluran untuk menampung air limpasan mengalami penurunan dan menyebabkan banjir.

Menghitung debit maksimum yang mampu dilewatkan oleh setiap penampang sepanjang saluran. Analisa untuk menghitung kapasitas saluran, digunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning seperti tertera pada persamaan (14). Untuk perhitungan kapasitas saluran drainase dapat dilihat pada tabel 10 dan untuk debit rencana diperoleh dari hasil *running* program EPA SWMM.

Tabel 10. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Kondisi sedimentasi

sal	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R(m)	n	S	V (m/dtk)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	Qrencana (m <sup>3</sup> /dtk)	Ket
C1	0,18	1,3	0,138	0,025	0,131	3,872	0,697	0,343	Aman
C2	0,18	1,3	0,138	0,025	0,021	1,559	0,281	0,236	Aman
C3	0,36	1,8	0,200	0,025	0,026	2,200	0,792	0,009	Aman
C4	0,36	1,8	0,200	0,025	0,054	3,192	1,149	0,033	Aman
C5	0,06	0,8	0,075	0,025	0,005	0,508	0,030	0,337	Meluap
C6	0,36	1,8	0,200	0,025	0,011	1,433	0,516	0,462	Aman
C7	0,36	1,8	0,200	0,025	0,021	1,961	0,706	0,686	Aman
C8	0,06	0,8	0,075	0,025	0,053	1,634	0,098	0,340	Meluap
C9	0,05	0,7	0,071	0,025	0,024	1,069	0,053	0,414	Meluap
C10	0,05	0,7	0,071	0,025	0,075	1,888	0,094	0,647	Meluap
C11	0,25	1,5	0,167	0,025	0,016	1,543	0,386	0,408	Aman
C12	0,25	1,5	0,167	0,025	0,024	1,859	0,465	0,136	Aman
C13	0,18	1,3	0,138	0,025	0,274	5,604	1,009	0,462	Aman
C14	0,25	1,5	0,167	0,025	0,247	6,020	1,505	0,136	Aman
C15	0,25	1,5	0,167	0,025	0,435	7,988	1,997	0,408	Aman
C16	0,36	1,8	0,200	0,025	0,090	4,106	1,478	0,290	Aman
C17	0,06	0,8	0,075	0,025	0,055	1,666	0,100	0,142	meluap
C18	0,18	1,3	0,138	0,025	0,196	4,736	0,852	0,236	Aman

Hasil simulasi dengan menggunakan program EPA SWMM dengan debit rencana menunjukkan hasil bahwa ada beberapa saluran eksisting yang tidak dapat menampung debit rencana, berikut data kondisi yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Daftar Saluran Dengan Kondisi Masing-Masing

Sal	kondisi		Sal	kondisi	
	Eksisting	Sedimen		Eksisting	Sedimen
C1	Aman	Aman	C10	Aman	Meluap
C2	Aman	Aman	C11	Aman	Aman
C3	Aman	Aman	C12	Aman	Aman
C4	Aman	Aman	C13	Aman	Aman
C5	Aman	Meluap	C14	Aman	Aman
C6	Aman	Aman	C15	Aman	Aman
C7	Aman	Aman	C16	Aman	Aman
C8	Aman	Meluap	C17	Aman	meluap
C9	Aman	Meluap	C18	Aman	Aman

Tabel 11 merupakan hasil simulasi menggunakan EPA SWMM menunjukkan saluran bahwa kapasitas saluran masi mampu menampung debit rencana sedangkan untuk kapasitas saluran eksisting terdapat beberapa saluran yang tidak mampu menampung debit rencana yaitu : saluran C5,C8,C9,C10,C17. Sehingga diketahui faktor penyebab banjir yaitu kurangnya partisipasi warga sekitar terhadap kondisi drainase mengingat hal utama yang menyebabkan banjir adalah endapan tanah dan sampah dimana terjadi pengecilan dimensi saluran sehingga kapasitas saluran mengalami penurunan.

**5. PENUTUP**

**5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis menggunakan program EPA SWMM 5.1 besar debit maksimum terjadi pada saluran C15 yaitu 1,997 m<sup>3</sup>/dtk dengan dimensi saluran 0,50 cm x 0,50 cm sedangkan untuk debit minimum terdapat pada saluran C3 yaitu 0,009 m<sup>3</sup>/dtk dengan dimensi saluran 0,60 cm x 0,60 cm
2. Kondisi saluran drainase yang ada saat ini sebagian besar masih dapat menampung debit rencana aliran yang terjadi, namun masih terdapat pada beberapa titik saluran yang kapasitasnya telah berkurang sehingga tidak dapat menampung debit rencana antara lain pada saluran C5, dimana kapasitas pada C5 hanya dapat menampung debit aliran sebesar 0,030 m<sup>3</sup>/s sedangkan debit rencana aliran adalah 0,337 m<sup>3</sup>/s pada saluran C8 dengan kapasitas 0,098 m<sup>3</sup>/s sedangkan debit rencana 0,340 m<sup>3</sup>/s pada saluran C9 dengan kapasitas 0,053 m<sup>3</sup>/s sedangkan debit rencana 0,414 m<sup>3</sup>/s dan pada saluran C10 dengan kapasitas 0,094 m<sup>3</sup>/s sedangkan debit rencana 0,647 m<sup>3</sup>/s dan pada saluran C17 dengan kapasitas 0,100 m<sup>3</sup>/s sedangkan debit rencana 0,142 m<sup>3</sup>/s.

3. faktor-faktor penyebab limpasan air pada saluran drainase di desa Leksula yaitu intensitas hujan yang tinggi, kondisi topografi pada lokasi dimana Semakin curam kemiringan lahan maka kecepatan aliran air juga akan semakin cepat sehingga terjadi pelepasan partikel tanah pada permukaan tanah terangkut bersama limpasan permukaan dan tertumpuk pada daerah dengan kemiringan rendah sehingga terjadi sedimentasi pada saluran dan menyebabkan debit air melimpas melebihi kapasitas saluran.

**5.2 Saran**

Saran yang diberikan oleh penulis berdasarkan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan pemeliharaan pada saluran agar sampah dan sedimentasi dapat dibuang sehingga air dapat mengalir dengan lancar dan cepat.
2. Perlu adanya penyuluhan buang sampah yang tepat pada tempatnya dari pemerinta desa untuk warga setempat.
3. Diharapkan adanya partisipasi dari masyarakat dalam menjaga kebersihan di saluran drainase yang sudah ada.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anggrahini. 2005. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Srikandi, Surabaya. Asdak, Hasmar Halim A. H, 2011, *Drainase Terapan*, UII Press, Yogyakarta.

Istarto, *Simulasi Aliran-1 Dimensi Dengan Bantuan Model Hidrologi-Hidrolika SWMM*, Diunduh Tanggal 27 Oktober 2022 .

Kainama Made I, 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Novansyah Fajri I\*, U. A. (2022). *Kajian Evaluasi Genangan Menggunakan Metode SWMM (Storm Water Management Model) di Daerah Jalan Soekarno Hatta (RSUB Hingga Patung Pesawat)*, Kota Malang. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air Vol. 2 No. 2 (2022)* p. 259-272, 260-272.

Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andy, Yogyakarta.

Triatmodjo Bambang, 2015, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.