

**EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERUMAHAN
BHAYANGKARA RESIDENCE KECAMATAN GUNUNGSARI
KABUPATEN LOMBOK BARAT DENGAN MENGGUNAKAN
MODEL EPA SWMM 5.2**

*Evaluation Of The Drainage Channel At Bhayangkara Residence Gunungsari Sub-District
West Lombok Regency Using EPA SWMM 5.2*

Artikel Ilmiah
Untuk Memenuhi Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:
AMALIA ELSA OKTAVIANA
F1A 019 011

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM

2023

ARTIKEL ILMIAH

EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERUMAHAN BHAYANGKARA RESIDENCE KECAMATAN GUNUNGSARI KABUPATEN LOMBOK BARAT DENGAN MENGGUNAKAN MODEL EPA SWMM 5.2

Evaluation Of The Drainage Channel At Bhayangkara Residence Gunungsari Sub-District West Lombok Regency Using EPA SWMM 5.2

Oleh:

AMALIA ELSA OKTAVIANA

F1A 019 011

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama



Dr. Ir. I Wayan Yasa, ST., MT., IPM
NIP. 196809181995121001

Tanggal:

2. Pembimbing Pendamping



Agus Suroso, ST., MT.
NIP. 196808131997031002

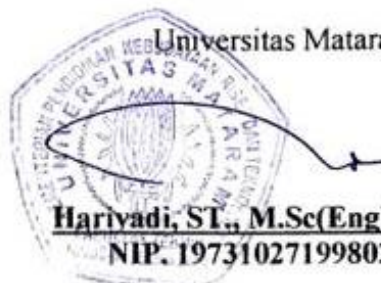
Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Mataram



Hariyadi, ST., M.Sc(Eng)., Dr.Eng.
NIP. 197310271998021001

ARTIKEL ILMIAH

EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERUMAHAN BHAYANGKARA RESIDENCE KECAMATAN GUNUNGSARI KABUPATEN LOMBOK BARAT DENGAN MENGGUNAKAN MODEL EPA SWMM 5.2

Evaluation Of The Drainage Channel At Bhayangkara Residence Gunungsari Sub-District West Lombok Regency Using EPA SWMM 5.2

Oleh:

AMALIA ELSA OKTAVIANA

F1A 019 011

Telah diujikan di depan Tim Penguji
Pada tanggal, 10 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat derajat Sarjana S-1

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I

Lalu Wirahman W, ST., MSc.
NIP. 196802011997031002

Tanggal:

2. Penguji II

Satehudin, ST., MT.
NIP. 196612311995121001

Tanggal:

3. Penguji III

Humairo Saidah, ST., MT.
NIP. 197206091997032001

Tanggal:

Mataram, Juli 2023
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Muhammad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197202221999031002

**EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERUMAHAN
BHAYANGKARA RESIDENCE KECAMATAN GUNUNGSARI KABUPATEN
LOMBOK BARAT DENGAN MENGGUNAKAN MODEL EPA SWMM 5.2**

*Evaluation Of The Drainage Channel At Bhayangkara Residence Gunungsari Sub-District
West Lombok Regency Using EPA SWMM 5.2*

Amalia Elsa Oktaviana¹, I Wayan Yasa², Agus Suroso²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Perumahan Bhayangkara Residence merupakan salah satu perumahan yang lokasinya berada di Desa Ranjok Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat. Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan, pada beberapa lokasi di Perumahan Bhayangkara Residence terjadi genangan air saat hujan dengan intensitas tinggi karena saluran drainase yang sudah dibuat belum tersistem dengan optimal, dimensi saluran drainase eksisting yang terlalu kecil sehingga tidak dapat menampung dan menyalurkan air buangan dengan baik, akibatnya beberapa saluran meluap sehingga terjadi genangan.

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah pemodelan air limpasan dari hujan yang terjadi pada saluran drainase di Perumahan Bhayangkara Residence menggunakan perangkat lunak yang bernama SWMM (*Storm Water Management Modeling*) versi 5.2.

Hasil simulasi menunjukkan Kondisi saluran drainase eksisting di Perumahan Bhayangkara Residence yaitu dari 131 saluran untuk kala ulang 2 tahun terdapat 52 saluran yang meluap dan 79 saluran yang mampu menampung limpasan, untuk kala ulang 5 tahun terdapat 58 saluran yang meluap dan 73 saluran yang mampu menampung limpasan sedangkan untuk kala ulang 10 tahun terdapat 65 saluran yang meluap dan 66 saluran yang mampu menampung limpasan. Outlet dari masing-masing saluran pada pembuangan akhir untuk kala ulang 2 tahun memiliki debit sebesar 0,053 m³/det untuk OUT1, 0,038 m³/det untuk OUT2, 0,058 m³/det untuk OUT3, 0,056 m³/det untuk OUT4, dan 0,077 m³/det untuk OUT5, untuk kala ulang 5 tahun memiliki debit sebesar 0,054 m³/det untuk OUT1, 0,045 m³/det untuk OUT2, 0,059 m³/det untuk OUT3, 0,062 m³/det untuk OUT4, dan 0,081 m³/det untuk OUT5, dan untuk kala ulang 10 tahun memiliki debit sebesar 0,055 m³/det untuk OUT1, 0,049 m³/det untuk OUT2, 0,059 m³/det untuk OUT3, 0,065 m³/det untuk OUT4, dan 0,082 m³/det untuk OUT5.

Kata kunci : Evaluasi, Drainase, SWMM, Luapan.

ABSTRACT

Bhayangkara Residence is one of the residential areas located in Ranjok Village, Gunungsari District, West Lombok Regency. Based on the conducted survey, there are instances of waterlogging in several locations within Bhayangkara Residence Housing during heavy rainfall. This is due to suboptimal drainage system integration, as the dimensions of the existing drainage channels are too small to effectively accommodate and channel the wastewater. As a result, some channels overflow, leading to waterlogging.

The research methodology used in this study is the modeling of stormwater runoff in the drainage channels of Bhayangkara Residence Housing, using a software called SWMM (Storm Water Management Modeling) version 5.2.

The simulation results indicate the condition of the existing drainage channels in Bhayangkara Residence Housing as follows: out of 131 channels, 52 channels experience overflow and 79 channels are capable of accommodating the runoff for a 2-year return period. For a 5-year return period, 58 channels experience overflow and 73 channels are able to accommodate the runoff. Meanwhile, for a 10-year return period, 65 channels experience overflow and 66 channels are able to accommodate the runoff. The outlets of each channel for the final discharge have the following flow rates: for a 2-year return period, OUT1 has a flow rate of 0.053 m³/s, OUT2 has a flow rate of 0.038 m³/s, OUT3 has a flow rate of 0.058 m³/s, OUT4 has a flow rate of 0.056 m³/s, and OUT5 has a flow rate of 0.077 m³/s. For a 5-year return period, OUT1 has a flow rate of 0.054 m³/s, OUT2 has a flow rate of 0.045 m³/s, OUT3 has a flow rate of 0.059 m³/s, OUT4 has a flow rate of 0.062 m³/s, and OUT5 has a flow rate of 0.081 m³/s. Lastly, for a 10-year return period, OUT1 has a flow rate of 0.055 m³/s, OUT2 has a flow rate of 0.049 m³/s, OUT3 has a flow rate of 0.059 m³/s, OUT4 has a flow rate of 0.065 m³/s, and OUT5 has a flow rate of 0.082 m³/s.

Keywords : *Evaluation, Drainage, SWMM, Overflow*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perumahan Bhayangkara Residence merupakan salah satu perumahan yang lokasinya berada di Desa Ranjok Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat. Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan, pada beberapa lokasi di Perumahan Bhayangkara Residence terjadi genangan air saat hujan dengan intensitas tinggi karena saluran drainase yang sudah dibuat belum tersistem dengan optimal, dimensi saluran drainase eksisting yang terlalu kecil sehingga tidak dapat menampung dan menyalurkan air buangan dengan baik, akibatnya beberapa saluran meluap sehingga terjadi genangan. Selain itu, pada beberapa lokasi di Perumahan Bhayangkara Residence terjadi sedimentasi yang menyebabkan berkurangnya kecepatan aliran air di saluran drainase tersebut serta mengakibatkan terjadinya pendangkalan saluran dan penumpukan sampah pada saluran drainase khususnya sampah dari botol-botol dan kantong plastik serta sampah organik yang kemudian secara langsung menyumbat saluran drainase yang mengakibatkan aliran air di saluran tidak dapat mengalir.

Bertambahnya kawasan perumahan dan permukiman menyebabkan daerah resapan air menjadi berkurang. Berkurangnya daerah resapan air menyebabkan air hujan yang jatuh pada kawasan tersebut tidak dapat diserap dengan baik dan akibatnya mengalir di permukaan. Limpasan dan genangan akibat hujan dapat menyebabkan kerusakan pada konstruksi apabila tidak ditanggulangi dengan tindakan preventif maupun adaptif. Peningkatan limpasan karena pengurangan daerah resapan air akibat adanya pembangunan dapat diatasi dengan membangun drainase yang memadai, sehingga dapat mengalirkan kelebihan air. Sistem drainase merupakan salah satu penilaian infrastruktur perkotaan yang sangat penting keberadaannya pada saat sekarang ini. Semakin sesuai desain saluran drainase dengan kondisi iklim dan geografi suatu wilayah, maka aliran air di wilayah tersebut akan semakin baik pula

Kapasitas saluran drainase dihitung sesuai dengan kriteria desain agar dapat menampung debit air yang terjadi sehingga kawasan perumahan tidak mengalami genangan atau banjir. Akan tetapi, tetap saja kejadian banjir kerap kali terjadi akibat menurunnya kapasitas sistem yang disebabkan antara lain, banyak terjadinya endapan, terjadi kerusakan fisik sistem jaringan dan adanya bangunan liar di atas sistem jaringan tersebut. Faktor penyebab terjadinya banjir lainnya adalah meningkatnya debit. Peningkatan debit

disebabkan oleh beberapa hal antara lain curah hujan yang tinggi di luar kebiasaan, perubahan tata guna lahan, dan kerusakan lingkungan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di suatu kawasan. Pada saat terjadi peningkatan debit aliran tersebut maka kapasitas sistem yang ada tidak mampu lagi menampung debit aliran, sehingga mengakibatkan banjir di suatu kawasan tersebut.

Dengan melihat kondisi dan permasalahan yang ada, maka sangat perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi kesesuaian saluran drainase yang ada pada Perumahan Bhayangkara Residence apakah cukup memadai atau tidak jika ditinjau dari curah hujan yang terjadi beberapa tahun belakangan dengan menggunakan model EPA SWMM 5.2 yang mampu menganalisis permasalahan kuantitas limpasan daerah perkotaan. Menurut Jang et al. (2007), dengan menggunakan EPA SWMM, kondisi yang terjadi di lapangan dapat dimodelkan dengan memasukkan parameter-parameter yang tercatat pada kondisi di lapangan. Oleh karena itu penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumahan Bhayangkara Residence Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat Dengan Menggunakan Model EPA SWMM 5.2”**.

LANDASAN TEORI

Drainase

Kata drainase berasal dari kata drainage yang artinya mengeringkan atau mengalirkan. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut (Suripin 2004).

Evaluasi saluran drainase dilakukan dengan membandingkan antara debit banjir rencana (Qranc) dengan kapasitas saluran (Suroso dkk 2014). Perbandingan antara debit rencana (Qrencana) dan debit eksisting (Qeksisting) pada perencanaan drainase tidak memenuhi syarat saat debit rencana (Qrencana) lebih besar dibandingkan debit eksisting (Qeksisting) sehingga saluran drainase tidak aman (meluap) dan terdapat genangan air di permukaan jalan (Saïdo dkk 2014). Perencanaan ulang saluran perlu diperhatikan efisiensi hidrolis artinya dalam pembuatan saluran diharapkan tidak terjadi permasalahan baru dengan

dibuatnya saluran tersebut sehubungan dengan perilaku aliran yang terjadi. Oleh karena itu dilakukan evaluasi dimensi saluran agar kapasitas saluran yang direncanakan mampu mengalirkan debit dengan baik (Fatima dan Suhudi 2014).

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi sangat berperan sekali dalam mendesain atau membuat master plan perencanaan system drainase. Dengan menentukan besarnya debit banjir atau kapasitas debit buangan baik yang melalui saluran dan sungai, maka besarnya dimensi dari saluran pembuang ataupun sungai sudah bisa ditentukan.

Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi dengan cara RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) merupakan pengujian untuk individual stasiun (*stand alone station*). Uji konsistensi ini digunakan untuk menguji ketidakpangghahan antar data dalam stasiun itu sendiri dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata (mean).

Pengujian dilakukan terhadap penyimpangan kumulatif dari nilai reratanya yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Y_i = \frac{\sum \text{Data stasiun}}{n}$$

$$Sk^*_0 = 0$$

$$Sk^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - Y_r)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (Y_i - Y_r)^2}{n}$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy}$$

Keterangan:

n = Banyaknya tahun

Y_i = Data curah hujan ke-i

Ȳ = Rata-rata curah hujan

Sk*, Sk**, Dy = Nilai statistik

Hujan Rerata Daerah

Metode Rerata Aljabar

Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada didalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan (Triatmodjo, 2010).

Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila:

- Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
 - Distribusi hujan relatif merata pada saluran DAS.
- Metode ini memiliki persamaan sebagai berikut

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \times (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)$$

dengan:

$$\bar{P} = \text{curah hujan rata-rata kawasan (mm)}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = \text{curah hujan pada pos penakar 1, 2, ...}$$

$$n = \text{jumlah titik atau pos pengamatan}$$

Pemilihan Agihan

Analisis distribusi frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan sebaran kemungkinan probability distribution dan yang biasa digunakan adalah sebaran Gumbel, sebaran Log Pearson 3 tipe III, sebaran Normal dan sebaran Log Normal.

Selanjutnya ditentukan tipe sebaran dengan syarat-syarat sebagai berikut:

Tabel 1 Pedoman Pemilihan Agihan

No	Sebaran	Syarat
1	Distribusi Normal	Cs = 0,00 Ck = 3
2	Log Normal	Cs = 3 (Cv) Cs > 0,00
3	Gumbel	Cs = 1,1396 Ck = 5,4002
4	Bila tidak ada yang memenuhi syarat digunakan sebaran Log Pearson III	

(Sumber : Triatmodjo, 2008)

Distribusi Curah Hujan

Menurut Soewarno (1995) ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

a. Uji Chi Kudrat

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana:

X² = Nilai Chi-Kuadrat terhitung

E = Frekuensi (banyak pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas

O_i = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

G = Jumlah sub kelompok pada satu grup

k = Jumlah kelas distribusi

b. Uji Smirnov – Kolmogorov

$$\Delta_{max} = [P(x) - P'(x)]$$

Dimana:

Δ_{max} = Selisih maksimum antara peluang empiris dan teoritis

P(x) = Peluang empiris

P'(x) = Peluang teoritis

Δ_{cr} = Simpangan kritis

Kala Ulang Hujan

Pada dasarnya hujan rencana dipilih berdasarkan pada pertimbangan nilai urgensi dan nilai sosial ekonomi daerah yang diamankan. Untuk daerah permukiman umumnya dipilih hujan rencana dengan

periode ulang 5-15 tahun. Sedangkan untuk daerah pusat pemerintahan yang penting, daerah komersial dan daerah padat dengan nilai ekonomi yang tinggi dapat mempertimbangkan periode ulang antara 10-50 tahun. Perencanaan gorong gorong jalan raya, lapangan terbang anantara 2-15 tahun. Perencanaan pengendalian banjir yang berkaitan dengan sungai antara 25-50 tahun.

Koefisien Pengaliran

Untuk penampungan penggunaan lahan tanah atau sifat-sifat tanah yang beragam, pembobotan nilai C dapat dihitung dengan persamaan (Suripin, 2004).

$$C = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + A_3 C_3 + \dots + A_n C_n}{A_1 + A_2 + A_3 + A_n}$$

Dengan:

- C = Koefisien pengaliran gabungan
 A_1, A_2, A_3, A_n = Bagian luasan daerah aliran sebanyak n buah, dengan tata guna lahan yang berbeda-beda.
 C_1, C_2, C_3, C_n = Koefisien pengaliran daerah aliran sebanyak n buah, dengan tata guna lahan yang berbeda.

Tabel 2 Koefisien Pengaliran

Kondisi Permukaan Tanah	C
Jalan Beton Dan Jalan Aspal	0,70 - 0,95
Jalan Kerikil Dan Jalan Tanah	0,40 - 0,70
Bahu Jalan Dari Tanah Berbutir Halus	0,40 - 0,55
Bahu Jalan Dari Tanah Berbutir Kasar	0,10 - 0,20
Bahu Jalan Dari Batuan Masih Keras	0,70 - 0,85
Bahu Jalan Dari Batuan Masih Lunak	0,60 - 0,75
Daerah Perkotaan	0,70 - 0,95
Daerah Pinggiran Kota	0,60 - 0,70
Daerah Industri	0,60 - 0,90
Pemukiman Padat	0,40 - 0,60
Pemukiman Tidak Padat	0,40 - 0,60
Taman Dan Kebun	0,45 - 0,60
Persawahan	0,70 - 0,80
Perbukitan	0,70 - 0,80
Pegunungan	0,75 - 0,90

Waktu Konsentrasi

Waktu Konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol ditentukan dibagian hilir suatu daerah.

Menurut Suripin (2004), perhitungan waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$t_c = t_0 + t_d$$

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_s \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_d = \left(\frac{L_s}{60V} \right)$$

Dengan:

t_c = Waktu konsentrasi

t_0 = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari bagian terjauh melalui permukaan tanah ke saluran terdekat

t_d = Waktu mengalir didalam saluran ke tempat yang diukur

n = Angka kekasaran Manning

S = Kemiringan lahan

L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

L_s = Panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)

V = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/det)

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu.

Rumus yang dipakai adalah rumus Mononobe, dapat dihitung dengan rumus seperti dibawah ini:

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

Dengan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 1 hari (mm)

t_c = Lamanya curah hujan (jam)

Debit Banjir Rancangan

Untuk menghitung debit genangan banjir digunakan Metode Rasional dimana data hidrologi memberikan kurva intensitas durasi frekuensi yang seragam dengan debit puncak dari curah hujan rata-rata sesuai waktu konsentrasi. Perhitungan debit genangan menggunakan Metode Rasional dapat diformulasikan dengan rumus:

$$Q = 0,278 C \times I \times A$$

Dimana:

Q = Debit genangan banjir (m^3 /detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

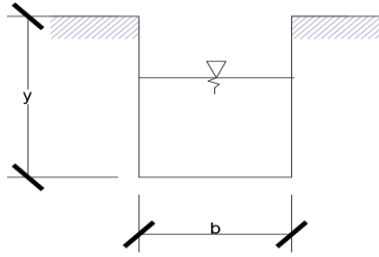
A = Luas daerah (km^2)

Analisis Hidraulika

Analisis hidraulik dimaksudkan untuk mengevaluasi kapasitas dari saluran drainase berdasarkan debit rencana.

Dimensi Saluran

Persegi



Gambar 1 Penampang Saluran Persegi

Dalam hal ini maka digunakan persamaan:

$$A = b \times y$$

$$P = b + 2.y$$

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

Keterangan:

- A = Luas penampang basah (m^2)
- b = Lebar dasar saluran (m)
- y = Kedalaman saluran (m)
- P = Keliling basah saluran (m)
- R = Jari-jari hidrolis (m)

Storm Water Management Model (SWMM)

Pengertian dan Definisi SWMM

Storm Water Management Model (SWMM) merupakan model yang mampu untuk menganalisa permasalahan kuantitas dan kualitas air yang berkaitan dengan limpasan daerah perkotaan. Storm Water Management dikembangkan oleh EPA (*Environmental Protection Agency – US*), serta EPA (*Environmental Protection Agency – US*), sejak 1971 (Huber and Dickinson, 1971) (Huber and Dickinson, 1988). SWMM tergolong model hujan aliran dinamis yang digunakan untuk simulasi dengan rentang waktu yang menerus atau kejadian banjir sesaat.

Komponen dan Parameter EPA SWMM

- A. Subcatchment
- B. Junction/ Node
- C. Conduit/Link
- D. Rain Gage
- E. Outfall Node

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi studi berada di Perumahan Bhayangkara Residence, Kecamatan Gunungsari, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Perumahan ini memiliki luas ± 6 Ha dengan jumlah warga lebih dari 900 jiwa.



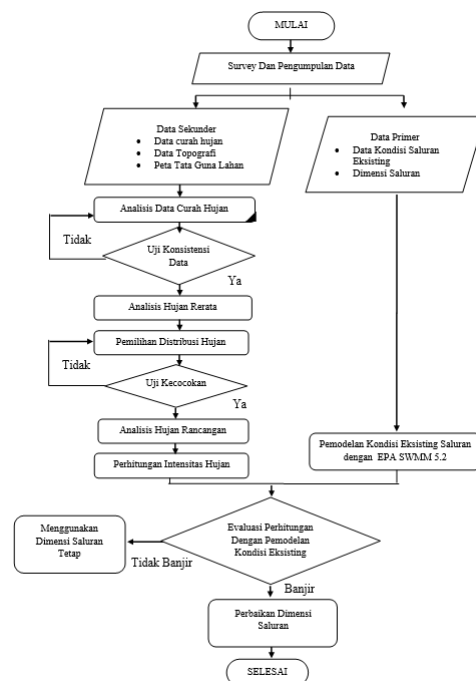
Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian

2. Metode Penelitian

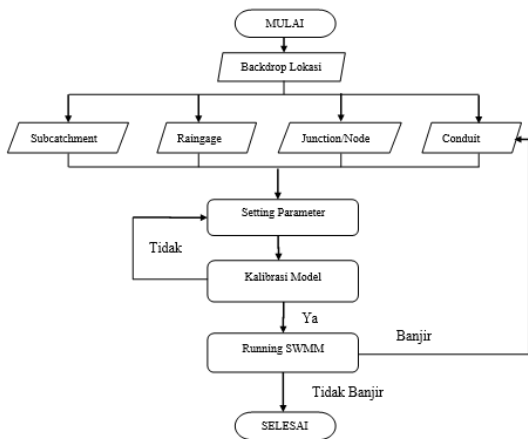
Metode Penelitian yang digunakan adalah Metode Penelitian Deskriptif Kuantitatif, dimana hasil perhitungan dan penjabaran dari pengolahan data lapangan dideskripsikan dan digambarkan sebagaimana adanya.

3. Pengumpulan Data

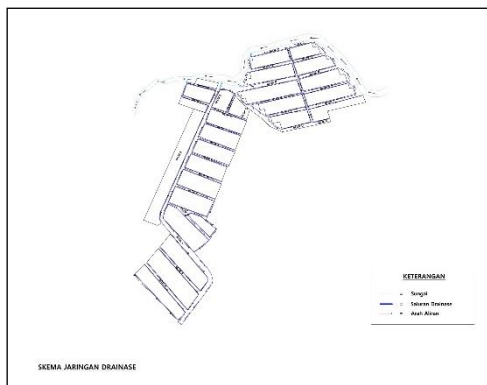
Dalam pelaksanaan penelitian ini dibutuhkan data primer dan data sekunder. Data tersebut didapatkan dari berbagai sumber yang relevan untuk mendukung hasil penelitian ini. Untuk data primer berupa kondisi eksisting saluran, dan dimensi saluran, didapatkan dari hasil survey dan tinjauan langsung ke lapangan.



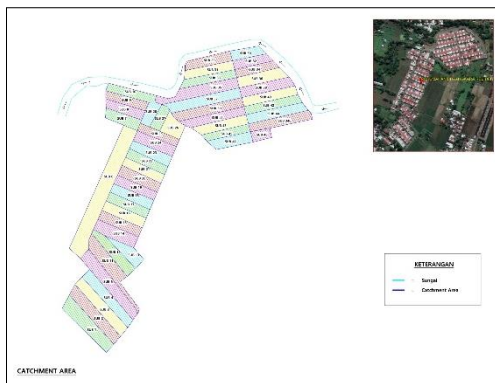
Gambar 3 Bagan Alir Penelitian



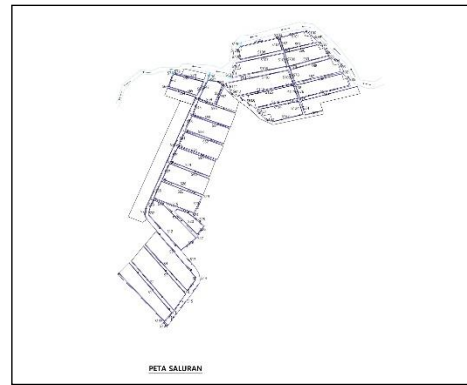
Gambar 4 Bagan Alir Pemodelan SWMM



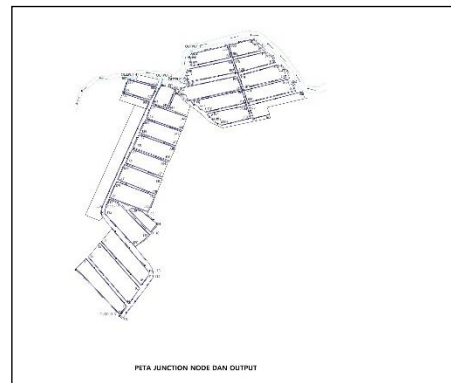
Gambar 5 Skema Jaringan Drainase Perumahan Bhayangkara Residence



Gambar 6 Pembagian Subcatchment Perumahan Bhayangkara Residence



Gambar 7 Peta Saluran Drainase Perumahan Bhayangkara Residence



Gambar 8 Peta Junction Node dan Output Drainase Perumahan Bhayangkara Residence

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan harian selama sepuluh tahun terakhir (tahun 2013 tahun samapai tahun 2022) dari stasiun hujan terdekat dengan wilayah Bhayangkara Residence yaitu Stasiun Hujan Gunung Sari, Stasiun Hujan Sesaot, dan Stasiun Hujan Bertais.

Tabel 3 Curah Hujan Stasiun Gunung Sari

No	Tanggal Kejadian	Tahun	Hujan (mm)
1	29 Juni	2013	83,5
2	9 Februari	2014	94,8
3	1 Juni	2015	82,7
4	25 April	2016	122,5
5	26 April	2017	160
6	27 April	2018	64,6
7	21 Januari	2019	85
8	1 Maret	2020	127,2
9	5 Desember	2021	146,4
10	21 Septemberr	2022	126,5

Tabel 4 Curah Hujan Stasiun Sesaot

No	Tanggal Kejadian	Tahun	Hujan (mm)
1	4 Desember	2013	102,3
2	26 Desember	2014	79,5
3	4 Mei	2015	119,9
4	16 Januari	2016	132,6
5	12 Juni	2017	173,1
6	1 Februari	2018	141,8
7	22 Januari	2019	127,5
8	1 Maret	2020	162
9	28 Mei	2021	125
10	23 Desember	2022	103,9

Tabel 5 Curah Hujan Stasiun Bertais

No	Tanggal Kejadian	Tahun	Hujan (mm)
1	25 Februari	2013	96,2
2	24 Oktober	2014	61,3
3	2 Mei	2015	127,2
4	14 Desember	2016	208,8
5	12 Juni	2017	121,5
6	11 Nopember	2018	141,5
7	22 Januari	2019	106
8	7 April	2020	105
9	5 Desember	2021	92,2
10	8 Nopember	2022	85,7

Curah Hujan Rancangan

Hasil perhitungan untuk curah hujan rancangan dengan metode Log Person disajikan pada tabel berikut:

Tabel 6 Analisis Hujan Rancangan Metode Analitis Log Person Type III

Kala Ulang	Nilai k	Log Xi	Hujan Rancangan (mm)
2	0,031	2,062	115,404
5	0,848	2,136	136,702
10	1,259	2,173	148,859

Dari hasil perhitungan kala ulang diatas, diperoleh nilai hujan rancangan berturut-turut untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun yaitu 115,404 mm, 136,702 mm, dan 148,859 mm.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi kedalaman air hujan per satuan waktu sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Untuk hasil perhitungan intensitas hujan dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7 Perhitungan Intensitas Hujan (I) Periode Ulang 2 tahun

Lama Hujan (t) (jam)	Curah Hujan (R24) (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	115,404	40,008
2	115,404	25,204
3	115,404	19,234
4	115,404	15,877
5	115,404	13,683
6	115,404	12,117
7	115,404	10,933
8	115,404	10,002
9	115,404	9,247
10	115,404	8,620
11	115,404	8,089
12	115,404	7,633
13	115,404	7,236
14	115,404	6,888
15	115,404	6,578
16	115,404	6,301
17	115,404	6,051
18	115,404	5,825
19	115,404	5,619
20	115,404	5,430
21	115,404	5,256
22	115,404	5,096
23	115,404	4,947
24	115,404	4,809

Tabel 8 Perhitungan Intensitas Hujan (I) Periode Ulang 5 tahun

Lama Hujan (t) (jam)	Curah Hujan (R24) (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	136,702	47,392
2	136,702	29,855
3	136,702	22,784
4	136,702	18,807
5	136,702	16,208
6	136,702	14,353
7	136,702	12,951
8	136,702	11,848
9	136,702	10,953
10	136,702	10,210
11	136,702	9,582
12	136,702	9,042
13	136,702	8,572
14	136,702	8,159
15	136,702	7,792
16	136,702	7,464
17	136,702	7,168
18	136,702	6,900
19	136,702	6,656
20	136,702	6,432
21	136,702	6,226
22	136,702	6,036
23	136,702	5,860
24	136,702	5,696

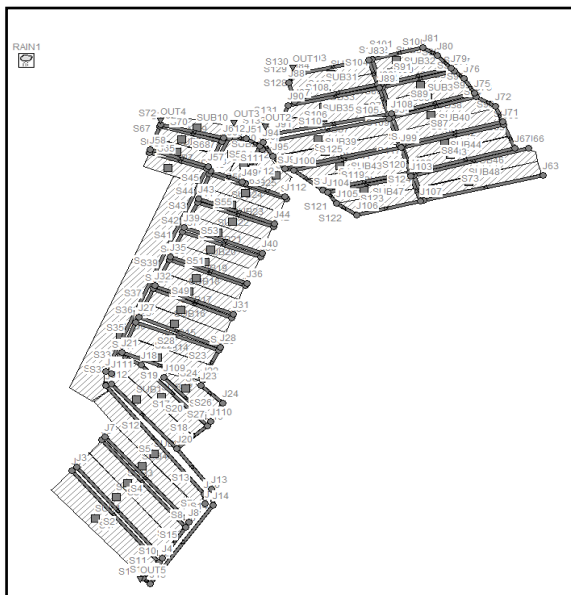
Tabel 9 Perhitungan Intensitas Hujan (I) Periode Ulang 10 tahun

Lama Hujan (t) (jam)	Curah Hujan (R24) (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	148,859	51,606
2	148,859	32,510
3	148,859	24,810
4	148,859	20,480
5	148,859	17,649
6	148,859	15,629
7	148,859	14,103
8	148,859	12,902
9	148,859	11,927
10	148,859	11,118
11	148,859	10,434
12	148,859	9,846
13	148,859	9,334
14	148,859	8,884
15	148,859	8,485
16	148,859	8,128
17	148,859	7,806
18	148,859	7,514
19	148,859	7,248
20	148,859	7,004
21	148,859	6,780
22	148,859	6,573
23	148,859	6,381
24	148,859	6,202

Pengolahan Data Menggunakan EPA SWMM 5.2

Langkah dalam melakukan pengolahan data dengan EPA SWMM versi 5.2

1. Menjalankan aplikasi EPA SWMM 5.2 yang sudah terinstall.
2. Melakukan pengaturan pada default program.
3. Mengubah satuan dasar pada SWMM 5.2 dengan mengakses menu *View > Dimension*.
4. Melakukan pembuatan model jaringan drainase berupa penggambaran area *subcatchment* yang digunakan untuk daerah tangkapan hujan, *junction nodes* yang digunakan untuk titik masuknya air limpasan kedalam saluran, *conduits* sebagai saluran dari limpasan air, *Outfall nodes* sebagai titik keluarnya air dan *rain gage* untuk penempatan stasiun hujan yang digunakan dalam simulasi. Untuk kawasan Perumahan Bhayangkara Residence terdiri dari 48 *Subcatchment*, 113 *Junction Nodes*, 135 *Conduit*, dan 5 *Outfall Nodes*
5. .



Gambar 9 Peta saluran drainase Perumahan Bhayangkara Residence

6. Melakukan *input* data yang digunakan dalam pemodelan, diantaranya :
 - a. *Rain Gages* data yang digunakan berasal dari *time series* yang sudah kita buat sebelumnya yaitu perhitungan intensitas hujan. Langkah selanjutnya yaitu mengganti *rain format* menjadi *intensity* dengan *time interval* sesuai dengan kebutuhan, dalam simulasi ini yang dibutuhkan yaitu intensitas hujan setiap 1 jam dan lalu mengganti *rain units* ke mm. *Time series* pada simulasi ini memakai kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun yang didapat dari perhitungan sebelumnya. Kemudian semua

data-data tadi dimasukkan secara berurutan agar tidak terjadi *loss data pada* saat simulasi, dengan proses *input time series*

- b. Pada *tools Subcatchment Area*, ada beberapa kolom yang harus diinput diantaranya yaitu kolom *Rain Gages* dimana data-data yang sudah dimasukkan ke dalam *tools Rain Gage* digunakan didalam data *Subcatchment Area* yaitu dalam kolom *Rain Gage* sesuai dengan namanya “RAIN1”, kolom *Outlet* yang merupakan titik keluarnya air limpasan dari *Subcatchment Area* tersebut menuju *Junctions* terdekat dalam hal ini yaitu “J1”, kolom *Area* merupakan luas area tangkapan hujannya dengan satuan hektar (ha), kemudian untuk kolom *Width* merupakan lebar dari *Subcatchment Area* yang langsung berhimpitan dengan saluran (*Link*) dengan satuan meter dan pada kolom *% slope* merupakan kemiringan dari area tangkapan tersebut dimana untuk blok-blok perumahan memiliki *persen slope* sebesar 1 %, kolom *% imperv* merupakan persen dari luas *subcatchment* yang kedap air, kolom *N-Imperv* diisi dengan nilai koefisien untuk permukaan lahan yang kedap air dimana untuk blok-blok perumahan digunakan nilai 0,1 dan untuk kolom *N-Perv* diisi dengan nilai koefisien untuk permukaan lahan yang tidak kedap air dimana untuk blok-blok perumahan digunakan nilai 0,2.
 - c. Data-data yang dibutuhkan untuk *tools Junction* diantaranya yaitu data ketinggian lahan pada kolom *Invert Elevation* yang diperoleh dari data pengembang Perumahan Bhayangkara Residence, dan data dimensi saluran drainase berupa kedalaman atau ketinggian dari saluran drainase diisi pada kolom *Maximum Depth* dimana data diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan.
 - d. Pada *tools Conduits* ada beberapa kolom yang diisi diantaranya yaitu kolom *Shape* dimana pada kolom tersebut diinput dengan bentuk dan dimensi dari saluran yang diteliti, kolom *Maximum Depth* diisi dengan nilai kedalaman atau ketinggian dari saluran yang diteliti, dan kolom *Length* merupakan panjang dari saluran yang diteliti. Untuk bentuk dari saluran yang tertutup perlu ada tambahan kolom yang diisi diantaranya yaitu kolom *Roughness Entry Loss Coeffisien*, *Exit Loss Coeffisien* dan *Average Loss Coeffisien* dimana data-data tersebut diperoleh dari buku manual EPA SWMM 5.2.
7. Melakukan pengolahan data dan menjalankan simulasi.

Setelah pemodelan saluran drainase, data-data yang akan digunakan serta settings yang dibutuhkan

sudah diatur semua dan dimasukkan kedalam komponennya masing-masing, maka tahap berikutnya adalah melakukan Run Simulation yang terdapat pada menu Project > Run Simulation atau menekan icon Run Simulation yang berbentuk “Petir” yang terdapat pada interface software, ditunggu beberapa saat dan nanti akan menunjukkan hasilnya dalam bentuk Status Report dan dapat menunjukkan apakah terdapat kesalahan (error) dalam simulasi SWMM.

Hasil Simulasi

Hujan Periode Ulang 2 Tahun

Tabel 10. Hasil Simulasi Limpasan Subcatchment

Subcatchment	Total hujan	Total Infiltrasi	Total Limpasan	Debit Limpasan
	mm	mm	mm	m ³ /det
SUB1	147.06	7.77	137.92	0.014
SUB2	147.06	4.57	141.04	0.014
SUB3	147.06	2.92	142.64	0.014
SUB4	147.06	5.97	139.76	0.014
SUB5	147.06	8.92	136.71	0.015
SUB6	147.06	0.89	143.85	0.053
SUB7	147.06	7.25	138.41	0.049
SUB8	147.06	9.22	136.62	0.008
SUB9	147.06	11.53	134.52	0.008
SUB10	147.06	25.97	119.80	0.007
SUB11	147.06	0.89	144.88	0.013
SUB12	147.06	4.26	141.28	0.012
SUB13	147.06	13.42	132.50	0.007
SUB14	147.06	0.89	144.34	0.011
SUB15	147.06	3.25	142.25	0.010
SUB16	147.06	0.89	144.46	0.010
SUB17	147.06	0.89	144.54	0.010
SUB18	147.06	3.40	142.05	0.010
SUB19	147.06	4.32	141.29	0.009
SUB20	147.06	2.24	143.15	0.010
SUB21	147.06	1.87	143.64	0.009
SUB22	147.06	5.17	140.39	0.009
SUB23	147.06	5.70	139.89	0.010
SUB24	147.06	0.89	144.47	0.010
SUB25	147.06	5.70	140.01	0.009
SUB26	147.06	13.67	131.28	0.009
SUB27	147.06	0.89	144.52	0.006
SUB28	147.06	4.46	140.88	0.006
SUB29	147.06	0.89	144.47	0.011
SUB30	147.06	0.89	144.36	0.008
SUB31	147.06	0.89	144.18	0.014
SUB32	147.06	0.89	144.56	0.019
SUB33	147.06	0.89	144.35	0.014
SUB34	147.06	0.89	144.80	0.009
SUB35	147.06	0.89	143.68	0.024
SUB36	147.06	0.89	144.44	0.012
SUB37	147.06	0.89	144.40	0.017
SUB38	147.06	0.89	144.54	0.012
SUB39	147.06	0.89	144.58	0.015
SUB40	147.06	0.89	144.62	0.012
SUB41	147.06	0.89	144.77	0.011
SUB42	147.06	0.89	144.72	0.011
SUB43	147.06	0.89	144.65	0.011
SUB44	147.06	0.89	144.56	0.013
SUB45	147.06	0.89	144.75	0.009
SUB46	147.06	0.89	144.54	0.014
SUB47	147.06	5.28	140.36	0.009
SUB48	147.06	0.89	135.07	0.054

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat total infiltrasi paling besar sebesar 25,97 mm terjadi pada SUB 10 dimana daerah tersebut sebagian besar terdiri

dari lahan kosong, sementara yang paling rendah nilainya pada beberapa *subcatchment* yaitu sebesar 0.89 mm. Nilai infiltrasi yang besar terjadi karna daerah impervious pada lahan kosong lebih sedikit. Nilai debit limpasan maksimum terjadi pada SUB 48 yaitu sebesar 0.054 m³ /detik terjadi pada jam ke-2 hujan.

Tabel 11. Data Debit Maksimum Tiap Saluran

Nama Saluran	Debit Maksimum (m ³ / det)	Nama Saluran	Debit Maksimum (m ³ / det)
S1	0.014	S69	0.018
S2	0.014	S70	0.007
S3	0.014	S71	0.078
S4	0.010	S72	0.056
S5	0.027	S73	0.024
S6	0.023	S74	0.024
S7	0.022	S75	0.029
S8	0.015	S76	0.026
S9	0.022	S78	0.008
S10	0.036	S79	0.009
S11	0.050	S80	0.013
S12	0.017	S81	0.015
S13	0.031	S82	0.020
S14	0.030	S83	0.013
S15	0.029	S84	0.008
S16	0.012	S85	0.012
S17	0.009	S86	0.016
S18	0.020	S87	0.011
S19	0.007	S88	0.008
S20	0.007	S89	0.009
S22	0.006	S90	0.008
S23	0.009	S91	0.008
S24	0.013	S92	0.019
S25	0.012	S93	0.016
S26	0.011	S94	0.015
S27	0.013	S95	0.014
S28	0.008	S96	0.014
S29	0.008	S97	0.013
S30	0.024	S98	0.012
S31	0.026	S99	0.013
S32	0.006	S100	0.013
S33	0.006	S101	0.016
S34	0.007	S102	0.034
S35	0.007	S103	0.031
S36	0.013	S104	0.012
S37	0.011	S105	0.003
S38	0.009	S106	0.021
S39	0.011	S107	0.023
S40	0.011	S108	0.017
S41	0.015	S109	0.011
S42	0.019	S110	0.010
S43	0.023	S111	0.008
S44	0.027	S112	0.008
S45	0.031	S113	0.013
S46	0.044	S115	0.006
S47	0.035	S116	0.016
S48	0.010	S117	0.019
S49	0.011	S119	0.007
S50	0.009	S120	0.011
S51	0.010	S121	0.005
S52	0.009	S122	0.005
S53	0.009	S123	0.006
S54	0.008	S124	0.006
S55	0.010	S125	0.011
S56	0.009	S126	0.010
S57	0.009	S128	0.023
S58	0.014	S129	0.023
S59	0.009	S130	0.053
S60	0.009	S131	0.017
S61	0.023	S133	0.038
S62	0.023	S134	0.028
S64	0.033	S135	0.077
S65	0.005	S136	0.058
S66	0.033	S137	0.001
S67	0.029	S138	0.041
S68	0.011		

Tabel 12. Data Saluran yang Meluap dan tidak Meluap

Nama Saluran	Junction		Keterangan
	Awal	Akhir	
S1	J1	J2	Tidak Meluap
S2	J3	J4	Tidak Meluap
S3	J5	J6	Tidak Meluap
S4	J7	J8	Meluap
S5	J9	J10	Meluap
S6	J10	J11	Meluap
S7	J11	J8	Meluap
S8	J8	J6	Meluap
S9	J6	J4	Tidak Meluap
S10	J4	J2	Tidak Meluap
S11	J2	J16	Tidak Meluap
S12	J12	J20	Meluap
S13	J20	J13	Meluap
S14	J13	J14	Tidak Meluap
S15	J14	J15	Tidak Meluap
S16	J17	J18	Meluap
S17	J18	J19	Meluap
S18	J19	J20	Meluap
S19	J21	J22	Meluap
S20	J109	J110	Tidak Meluap
S22	J25	J26	Tidak Meluap
S23	J26	J22	Meluap
S24	J22	J23	Meluap
S25	J23	J24	Meluap
S26	J24	J110	Meluap
S27	J110	J19	Meluap
S28	J27	J28	Meluap
S29	J28	J26	Meluap
S30	J54	J9	Tidak Meluap
S31	J54	J55	Tidak Meluap
S32	J111	J12	Tidak Meluap
S33	J111	J17	Tidak Meluap
S34	J17	J21	Tidak Meluap
S35	J21	J25	Meluap
S36	J25	J27	Tidak Meluap
S37	J27	J29	Meluap
S38	J29	J32	Meluap
S39	J32	J33	Meluap
S40	J33	J35	Meluap
S41	J35	J37	Meluap
S42	J37	J39	Meluap
S43	J39	J41	Meluap
S44	J41	J43	Meluap
S45	J43	J45	Tidak Meluap
S46	J45	J53	Tidak Meluap
S47	J53	J52	Tidak Meluap
S48	J30	J29	Tidak Meluap
S49	J31	J32	Tidak Meluap
S50	J34	J33	Tidak Meluap
S51	J36	J35	Tidak Meluap
S52	J38	J37	Tidak Meluap
S53	J40	J39	Tidak Meluap
S54	J42	J41	Tidak Meluap
S55	J44	J43	Tidak Meluap
S56	J46	J45	Tidak Meluap
S57	J47	J48	Tidak Meluap
S58	J49	J50	Tidak Meluap
S59	J49	J53	Tidak Meluap
S60	J48	J50	Tidak Meluap
S61	J50	J51	Tidak Meluap
S62	J51	J52	Tidak Meluap
S64	J55	J56	Tidak Meluap
S65	J57	J58	Tidak Meluap
S66	J56	J58	Tidak Meluap
S67	J58	J59	Tidak Meluap
S68	J57	J60	Tidak Meluap
S69	J60	J59	Tidak Meluap
S70	J61	J62	Tidak Meluap
S71	J59	J62	Tidak Meluap
S72	J62	OUT 4	Tidak Meluap
S73	J63	J64	Meluap
S74	J64	J65	Meluap
S75	J65	J68	Meluap
S76	J68	J70	Tidak Meluap
S78	J97	J74	Meluap
S79	J74	J108	Tidak Meluap
S80	J108	J78	Tidak Meluap
S81	J78	J85	Tidak Meluap
S82	J85	J82	Tidak Meluap
S83	J66	J65	Meluap
S84	J67	J68	Tidak Meluap
S85	J67	J69	Tidak Meluap

Nama Saluran	Junction		Keterangan
	Awal	Akhir	
S86	J69	J70	Tidak Meluap
S87	J71	J97	Tidak Meluap
S88	J73	J74	Meluap
S89	J75	J108	Meluap
S90	J77	J78	Meluap
S91	J79	J85	Tidak Meluap
S92	J69	J71	Tidak Meluap
S93	J71	J72	Tidak Meluap
S94	J72	J73	Meluap
S95	J73	J75	Meluap
S96	J75	J76	Meluap
S97	J76	J77	Meluap
S98	J77	J79	Meluap
S99	J79	J80	Tidak Meluap
S100	J80	J81	Meluap
S101	J81	J82	Meluap
S102	J82	J83	Meluap
S103	J83	J84	Tidak Meluap
S104	J86	J83	Tidak Meluap
S105	J89	J92	Tidak Meluap
S106	J92	J91	Tidak Meluap
S107	J86	J87	Tidak Meluap
S108	J89	J90	Tidak Meluap
S109	J98	J93	Meluap
S110	J93	J113	Tidak Meluap
S111	J94	J95	Tidak Meluap
S112	J95	J96	Tidak Meluap
S113	J96	J98	Tidak Meluap
S115	J100	J101	Tidak Meluap
S116	J101	J102	Tidak Meluap
S117	J102	J99	Meluap
S119	J104	J103	Meluap
S120	J103	J102	Meluap
S121	J104	J105	Meluap
S122	J105	J106	Meluap
S123	J106	J107	Meluap
S124	J107	J103	Meluap
S125	J100	J99	Tidak Meluap
S126	J99	J98	Meluap
S128	J87	J88	Tidak Meluap
S129	J88	J84	Tidak Meluap
S130	J84	OUT 1	Tidak Meluap
S131	J90	J91	Tidak Meluap
S133	J91	OUT2	Tidak Meluap
S134	J15	J16	Tidak Meluap
S135	J16	OUT 5	Tidak Meluap
S136	J52	OUT 3	Tidak Meluap
S137	J113	J91	Tidak Meluap
S138	J70	J99	Tidak Meluap

Dari hasil evaluasi saluran tersebut, dari total 131 saluran yang ada diperoleh hasil bahwa terdapat 52 saluran yang meluap atau melebihi kapasitas saluran dan terdapat 79 saluran yang aman atau tidak mengalami luapan.

Hujan Periode Ulang 5 Tahun

Tabel 13. Hasil Simulasi Limpasan Subcatchment

Subcatchment	Total hujan	Total Infiltrasi	Total Limpasan	Debit Limpasan
	mm	mm	mm	m ³ /det
SUB1	174.19	8.15	164.58	0.02
SUB2	174.20	4.80	167.86	0.017
SUB3	174.20	3.07	169.54	0.017
SUB4	174.20	6.26	166.52	0.016
SUB5	174.20	9.36	163.31	0.018
SUB6	174.20	0.93	170.75	0.058
SUB7	174.20	7.60	165.10	0.010
SUB8	174.20	9.67	163.23	0.009
SUB9	174.20	12.10	161.04	0.008
SUB10	174.20	27.25	145.56	0.008
SUB11	174.20	0.93	171.89	0.016
SUB12	174.20	4.47	168.10	0.014
SUB13	174.20	14.08	158.91	0.009
SUB14	174.20	0.93	171.29	0.013
SUB15	174.20	3.41	169.12	0.012
SUB16	174.20	0.93	171.44	0.012
SUB17	174.20	0.93	171.52	0.011
SUB18	174.20	3.57	168.90	0.012
SUB19	174.20	4.53	168.12	0.011
SUB20	174.20	2.35	170.06	0.012
SUB21	174.20	1.96	170.59	0.011

Subcatchment	Total hujan mm	Total Infiltrasi mm	Total Limpasan mm	Debit Limpasan m ³ /det
SUB22	174.20	5.43	167.17	0.012
SUB23	174.20	5.98	166.65	0.013
SUB24	174.20	0.93	171.44	0.014
SUB25	174.20	5.98	166.79	0.011
SUB26	174.20	14.34	157.56	0.011
SUB27	174.20	0.93	171.50	0.007
SUB28	174.20	4.68	167.67	0.008
SUB29	174.20	0.93	171.45	0.013
SUB30	174.20	0.93	171.32	0.010
SUB31	174.20	0.93	171.12	0.016
SUB32	174.20	0.93	171.55	0.010
SUB33	174.20	0.93	171.31	0.017
SUB34	174.20	0.93	171.81	0.010
SUB35	174.20	0.93	170.57	0.028
SUB36	174.20	0.93	171.41	0.014
SUB37	174.20	0.93	171.37	0.020
SUB38	174.20	0.93	171.52	0.014
SUB39	174.20	0.93	171.56	0.018
SUB40	174.20	0.93	171.61	0.014
SUB41	174.20	0.93	171.77	0.013
SUB42	174.20	0.93	171.73	0.014
SUB43	174.20	0.93	171.64	0.015
SUB44	174.20	0.93	171.54	0.015
SUB45	174.20	0.93	171.75	0.011
SUB46	174.20	0.93	171.52	0.017
SUB47	174.20	5.54	167.15	0.011
SUB48	174.20	0.93	161.04	0.066

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat total infiltrasi paling besar sebesar 27,25 mm terjadi pada SUB 10 dimana daerah tersebut sebagian besar terdiri dari lahan kosong, sementara yang paling rendah nilainya pada beberapa *subcatchment* yaitu sebesar 0.93 mm. Nilai infiltrasi yang besar terjadi karena daerah impervious pada lahan kosong lebih sedikit. Nilai debit limpasan maksimum terjadi pada SUB 48 yaitu sebesar 0.066 m³/detik terjadi pada jam ke-2 hujan.

Tabel 14. Data Debit Maksimum Tiap Saluran

Nama Saluran	Debit Maximum (m ³ /det)	Nama Saluran	Debit Maximum (m ³ /det)
S1	0.017	S69	0.020
S2	0.017	S70	0.008
S3	0.016	S71	0.086
S4	0.012	S72	0.062
S5	0.031	S73	0.024
S6	0.027	S74	0.024
S7	0.026	S75	0.029
S8	0.014	S76	0.026
S9	0.022	S78	0.009
S10	0.037	S79	0.009
S11	0.053	S80	0.012
S12	0.018	S81	0.015
S13	0.031	S82	0.020
S14	0.030	S83	0.014
S15	0.029	S84	0.008
S16	0.015	S85	0.012
S17	0.012	S86	0.017
S18	0.020	S87	0.011
S19	0.008	S88	0.009
S20	0.008	S89	0.009
S22	0.008	S90	0.008
S23	0.010	S91	0.009
S24	0.014	S92	0.016
S25	0.012	S93	0.015
S26	0.011	S94	0.014
S27	0.013	S95	0.014
S28	0.009	S96	0.014
S29	0.009	S97	0.013
S30	0.032	S98	0.012
S31	0.026	S99	0.014
S32	0.006	S100	0.014
S33	0.006	S101	0.016

Nama Saluran	Debit Maximum (m ³ /det)	Nama Saluran	Debit Maximum (m ³ /det)
S34	0.010	S102	0.034
S35	0.008	S103	0.032
S36	0.014	S104	0.012
S37	0.011	S105	0.004
S38	0.009	S106	0.024
S39	0.011	S107	0.024
S40	0.011	S108	0.021
S41	0.015	S109	0.011
S42	0.019	S110	0.012
S43	0.023	S111	0.009
S44	0.027	S112	0.009
S45	0.031	S113	0.015
S46	0.045	S115	0.007
S47	0.036	S116	0.020
S48	0.011	S117	0.019
S49	0.012	S119	0.007
S50	0.011	S120	0.011
S51	0.010	S121	0.006
S52	0.010	S122	0.006
S53	0.009	S123	0.006
S54	0.008	S124	0.006
S55	0.012	S125	0.011
S56	0.011	S126	0.010
S57	0.011	S128	0.023
S58	0.015	S129	0.023
S59	0.009	S130	0.054
S60	0.011	S131	0.021
S61	0.026	S133	0.045
S62	0.026	S134	0.028
S64	0.034	S135	0.081
S65	0.005	S136	0.059
S66	0.034	S137	0.001
S67	0.032	S138	0.042
S68	0.012		

Tabel 15. Data Saluran yang Meluap dan tidak Meluap

Nama Saluran	Junction		Keterangan
	Awal	Akhir	
S1	J1	J2	Tidak Meluap
S2	J3	J4	Meluap
S3	J5	J6	Meluap
S4	J7	J8	Meluap
S5	J9	J10	Meluap
S6	J10	J11	Meluap
S7	J11	J8	Meluap
S8	J8	J6	Meluap
S9	J6	J4	Tidak Meluap
S10	J4	J2	Tidak Meluap
S11	J2	J16	Tidak Meluap
S12	J12	J20	Meluap
S13	J20	J13	Meluap
S14	J13	J14	Tidak Meluap
S15	J14	J15	Tidak Meluap
S16	J17	J18	Meluap
S17	J18	J19	Meluap
S18	J19	J20	Meluap
S19	J21	J22	Meluap
S20	J109	J110	Tidak Meluap
S22	J25	J26	Tidak Meluap
S23	J26	J22	Meluap
S24	J22	J23	Meluap
S25	J23	J24	Meluap
S26	J24	J110	Meluap
S27	J110	J19	Meluap
S28	J27	J28	Meluap
S29	J28	J26	Meluap

Nama Saluran	Junction		Keterangan
	Awal	Akhir	
S30	J54	J9	Meluap
S31	J54	J55	Meluap
S32	J111	J12	Tidak Meluap
S33	J111	J17	Tidak Meluap
S34	J17	J21	Tidak Meluap
S35	J21	J25	Meluap
S36	J25	J27	Tidak Meluap
S37	J27	J29	Meluap
S38	J29	J32	Meluap
S39	J32	J33	Meluap
S40	J33	J35	Meluap
S41	J35	J37	Meluap
S42	J37	J39	Meluap
S43	J39	J41	Meluap
S44	J41	J43	Meluap
S45	J43	J45	Tidak Meluap
S46	J45	J53	Tidak Meluap
S47	J53	J52	Tidak Meluap
S48	J30	J29	Tidak Meluap
S49	J31	J32	Tidak Meluap
S50	J34	J33	Tidak Meluap
S51	J36	J35	Tidak Meluap
S52	J38	J37	Tidak Meluap
S53	J40	J39	Tidak Meluap
S54	J42	J41	Tidak Meluap
S55	J44	J43	Meluap
S56	J46	J45	Tidak Meluap
S57	J47	J48	Tidak Meluap
S58	J49	J50	Tidak Meluap
S59	J49	J53	Tidak Meluap
S60	J48	J50	Tidak Meluap
S61	J50	J51	Tidak Meluap
S62	J51	J52	Tidak Meluap
S64	J55	J56	Tidak Meluap
S65	J57	J58	Tidak Meluap
S66	J56	J58	Tidak Meluap
S67	J58	J59	Tidak Meluap
S68	J57	J60	Tidak Meluap
S69	J60	J59	Tidak Meluap
S70	J61	J62	Tidak Meluap
S71	J59	J62	Tidak Meluap
S72	J62	OUT4	Tidak Meluap
S73	J63	J64	Meluap
S74	J64	J65	Meluap
S75	J65	J68	Meluap
S76	J68	J70	Tidak Meluap
S78	J97	J74	Meluap
S79	J74	J108	Tidak Meluap
S80	J108	J78	Tidak Meluap
S81	J78	J85	Tidak Meluap
S82	J85	J82	Tidak Meluap
S83	J66	J65	Meluap
S84	J67	J68	Tidak Meluap
S85	J67	J69	Tidak Meluap
S86	J69	J70	Tidak Meluap
S87	J71	J97	Tidak Meluap
S88	J73	J74	Meluap
S89	J75	J108	Meluap
S90	J77	J78	Meluap
S91	J79	J85	Tidak Meluap
S92	J69	J71	Tidak Meluap
S93	J71	J72	Tidak Meluap
S94	J72	J73	Meluap
S95	J73	J75	Meluap
S96	J75	J76	Meluap
S97	J76	J77	Meluap
S98	J77	J79	Meluap
S99	J79	J80	Meluap

Nama Saluran	Junction		Keterangan
	Awal	Akhir	
S100	J80	J81	Meluap
S101	J81	J82	Meluap
S102	J82	J83	Meluap
S103	J83	J84	Tidak Meluap
S104	J86	J83	Tidak Meluap
S105	J89	J92	Tidak Meluap
S106	J92	J91	Tidak Meluap
S107	J86	J87	Tidak Meluap
S108	J89	J90	Tidak Meluap
S109	J98	J93	Meluap
S110	J93	J113	Tidak Meluap
S111	J94	J95	Tidak Meluap
S112	J95	J96	Tidak Meluap
S113	J96	J98	Tidak Meluap
S115	J100	J101	Tidak Meluap
S116	J101	J102	Tidak Meluap
S117	J102	J99	Meluap
S119	J104	J103	Meluap
S120	J103	J102	Meluap
S121	J104	J105	Meluap
S122	J105	J106	Meluap
S123	J106	J107	Meluap
S124	J107	J103	Meluap
S125	J100	J99	Tidak Meluap
S126	J99	J98	Meluap
S128	J87	J88	Tidak Meluap
S129	J88	J84	Tidak Meluap
S130	J84	OUT 1	Tidak Meluap
S131	J90	J91	Tidak Meluap
S133	J91	OUT2	Tidak Meluap
S134	J15	J16	Tidak Meluap
S135	J16	OUT 5	Tidak Meluap
S136	J52	OUT 3	Tidak Meluap
S137	J113	J91	Tidak Meluap
S138	J70	J99	Tidak Meluap

Dari hasil evaluasi saluran tersebut, dari total 131 saluran yang ada diperoleh hasil bahwa terdapat 58 saluran yang meluap atau melebihi kapasitas saluran dan terdapat 73 saluran yang aman atau tidak mengalami luapan.

Hujan Periode Ulang 10 Tahun

Tabel 16. Hasil Simulasi Limpasan Subcatchment

Subcatchment	Total hujan	Total Infiltrasi	Total Limpasan	Debit Limpasan
	mm	mm	mm	m ³ /det
SUB1	189.69	8.33	179.85	0.018
SUB2	189.69	4.91	183.19	0.019
SUB3	189.69	3.14	184.91	0.018
SUB4	189.69	6.40	181.83	0.018
SUB5	189.69	9.57	178.54	0.020
SUB6	189.69	0.95	186.12	0.063
SUB7	189.69	7.77	180.38	0.010
SUB8	189.69	9.89	178.47	0.010
SUB9	189.69	12.37	176.24	0.009
SUB10	189.69	27.85	160.39	0.009
SUB11	189.69	0.95	187.33	0.017
SUB12	189.69	4.57	183.44	0.015
SUB13	189.69	14.39	174.05	0.010
SUB14	189.69	0.95	186.69	0.014
SUB15	189.69	3.49	184.48	0.013
SUB16	189.69	0.95	186.84	0.013
SUB17	189.69	0.95	186.94	0.012
SUB18	189.69	3.65	184.26	0.013
SUB19	189.69	4.63	183.46	0.012
SUB20	189.69	2.40	185.44	0.013
SUB21	189.69	2.00	185.98	0.012
SUB22	189.69	5.55	182.49	0.013
SUB23	189.69	6.11	181.96	0.013

Subcatchment	Total hujan	Total Infiltrasi	Total Limpasan	Debit Limpasan
	mm	mm	mm	m ³ /det
SUB24	189.69	0.95	186.85	0.013
SUB25	189.69	6.11	182.10	0.012
SUB26	189.69	14.66	172.64	0.012
SUB27	189.69	0.95	186.91	0.07
SUB28	189.69	4.79	182.99	0.08
SUB29	189.69	0.95	186.86	0.014
SUB30	189.69	0.95	186.72	0.011
SUB31	189.69	0.95	186.51	0.018
SUB32	189.69	0.95	186.96	0.011
SUB33	189.69	0.95	186.70	0.018
SUB34	189.69	0.95	187.24	0.011
SUB35	189.69	0.95	185.93	0.031
SUB36	189.69	0.95	186.82	0.015
SUB37	189.69	0.95	186.77	0.022
SUB38	189.69	0.95	186.93	0.015
SUB39	189.69	0.95	186.98	0.019
SUB40	189.69	0.95	187.03	0.015
SUB41	189.69	0.95	187.20	0.015
SUB42	189.69	0.95	187.15	0.014
SUB43	189.69	0.95	187.06	0.014
SUB44	189.69	0.95	186.95	0.017
SUB45	189.69	0.95	187.18	0.012
SUB46	189.69	0.95	186.94	0.019
SUB47	189.69	5.66	182.47	0.012
SUB48	189.69	0.95	175.91	0.074

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat total infiltrasi paling besar sebesar 27,85 mm terjadi pada SUB 10 dimana daerah tersebut sebagian besar terdiri dari lahan kosong, sementara yang paling rendah nlainya pada beberapa *subcatchment* yaitu sebesar 0.93 mm. Nilai infiltrasi yang besar terjadi karna daerah impervious pada lahan kosong lebih sedikit. Nilai debit limpasan maksimum terjadi pada SUB 48 yaitu sebesar 0.074 m³ /detik terjadi pada jam ke-2 hujan.

Tabel 17. Data Debit Maksimum Tiap Saluran

Nama Saluran	Debit Maksimum (m ³ / det)	Nama Saluran	Debit Maksimum (m ³ / det)
S1	0.018	S69	0.021
S2	0.017	S70	0.009
S3	0.016	S71	0.090
S4	0.013	S72	0.065
S5	0.031	S73	0.024
S6	0.028	S74	0.024
S7	0.027	S75	0.029
S8	0.014	S76	0.027
S9	0.022	S78	0.010
S10	0.037	S79	0.009
S11	0.054	S80	0.012
S12	0.018	S81	0.014
S13	0.032	S82	0.020
S14	0.030	S83	0.015
S15	0.029	S84	0.008
S16	0.015	S85	0.012
S17	0.012	S86	0.017
S18	0.021	S87	0.011
S19	0.009	S88	0.009
S20	0.008	S89	0.009
S22	0.008	S90	0.009
S23	0.011	S91	0.009
S24	0.015	S92	0.015
S25	0.013	S93	0.016
S26	0.012	S94	0.013
S27	0.015	S95	0.013
S28	0.010	S96	0.014
S29	0.009	S97	0.013
S30	0.032	S98	0.012
S31	0.027	S99	0.015
S32	0.006	S100	0.015
S33	0.006	S101	0.016
S34	0.008	S102	0.034
S35	0.008	S103	0.032
S36	0.014	S104	0.012
S37	0.012	S105	0.004
S38	0.009	S106	0.026
S39	0.011	S107	0.025

Nama Saluran	Debit Maksimum (m ³ / det)	Nama Saluran	Debit Maksimum (m ³ / det)
S40	0.011	S108	0.023
S41	0.015	S109	0.011
S42	0.018	S110	0.013
S43	0.023	S111	0.009
S44	0.027	S112	0.009
S45	0.031	S113	0.016
S46	0.045	S115	0.009
S47	0.037	S116	0.023
S48	0.011	S117	0.019
S49	0.013	S119	0.007
S50	0.011	S120	0.011
S51	0.010	S121	0.006
S52	0.010	S122	0.006
S53	0.009	S123	0.006
S54	0.009	S124	0.006
S55	0.012	S125	0.012
S56	0.012	S126	0.009
S57	0.012	S128	0.024
S58	0.016	S129	0.024
S59	0.009	S130	0.055
S60	0.012	S131	0.023
S61	0.027	S133	0.049
S62	0.027	S134	0.028
S64	0.035	S135	0.082
S65	0.005	S136	0.059
S66	0.035	S137	0.001
S67	0.033	S138	0.042
S68	0.012		

Kalibrasi Hasil Simulasi dengan Perhitungan Analitis

Agar hasil simulasi dapat di benarkan keakuratannya maka dilakukan kalibrasi atau penyesuaian hasil dengan perhitungan analitis, dilakukan kalibrasi pada beberapa saluran yaitu saluran S1, S2, S3, S4, dan S5.

Ruas Saluran S1

➤ Menghitung waktu konsentrasi

$$\text{Luas daerah permukiman} = 0.0959$$

$$\text{Luas Jalan} = 0.0162$$

$$\text{Luas Lahan Vegetasi} = 0.0238$$

$$\text{Luas total daerah layanan} = 0.1359$$

Nilai koefisien pengaliran (C) didapatkan dari tabel 2.9

$$\text{Koefisien pengaliran permukiman} = 0.75$$

$$\text{Koefisien pengaliran Jalan} = 0.95$$

$$\text{Koefisien pengaliran lahan vegetasi} = 0.15$$

Perhitungan koefisien pengaliran (C) pada saluran S1

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + C_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + A_n}$$

$$C = \frac{(0.75 \times 0.0959) + (0.95 \times 0.0162) + (0.15 \times 0.0238)}{0.1359}$$

$$C = 0.657$$

Tabel 18 Hasil Analisis Catchment Area dan Koefisien Pengaliran

Nama Saluran	Luas Daerah Layanannya (Ha)	Luas total Daerah Layanannya (Ha)	Koefisien Pengaliran (C)	C Rata-rata
saluran S1	Permukiman	0,0959	0,75	0,657
	Jalan	0,0162	0,85	
	Lahan Vegetasi	0,0238	0,15	
saluran S2	Permukiman	0,1038	0,75	0,712
	Jalan	0,0185	0,95	
	Lahan Vegetasi	0,0138	0,15	
saluran S3	Permukiman	0,1033	0,75	0,739
	Jalan	0,0185	0,95	
	Lahan Vegetasi	0,0086	0,15	
saluran S4	Permukiman	0,0931	0,75	0,698
	Jalan	0,0185	0,95	
	Lahan Vegetasi	0,0174	0,15	
saluran S5	Permukiman	0,0852	0,75	0,676
	Jalan	0,0351	0,95	
	Lahan Vegetasi	0,0303	0,15	

Sumber : hasil perhitungan

➤ Menghitung waktu konsentrasi

Panjang lintasan aliran di dalam saluran (Ls) = 94 m

Elevasi awal saluran (E0) = +60.236

Elevasi akhir saluran (E1) = +60.235

Kemiringan saluran (S) = $\frac{\Delta H}{Ls} = \frac{60.236 - 60.235}{94}$

$$= 0.001$$

Koefisien hambatan (nd) = 0.2

Koefisien manning (n) = 0.012

Maka :

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times Ls \times \frac{nd}{L^2}\right)^{0.167}$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 94 \times \frac{0.2}{0.001^2}\right)^{0.167}$$

$$= 4.312 \text{ menit}$$

$$t_d = Ls / 60 \times v$$

$$= 94 / 60 \times 1 = 2.567 \text{ menit}$$

$$t_c = t_0 + t_d = 4.312 + 2.567 \text{ menit}$$

$$= 6.878 \text{ menit}$$

$$t_c = 6.878 / 60$$

$$= 0.115 \text{ jam}$$

Perhitungan selanjutnya terdapat dalam tabel berikut.

Tabel 19 Hasil Analisis Waktu Konsentrasi

Nama Saluran	L Saluran (m)	Elevasi Asli			nd	Vd lahan	td m/dt	to (menit)	tc (menit)	tc (jam)
		E0 sal	E1 sal	I sal						
S1	94.00	60.236	60.235	0.0010	0.20	1.00	2.567	4.312	6.878	0.115
S2	96.00	60.236	60.235	0.0010	0.20	1.00	2.600	4.323	6.923	0.115
S3	96.00	60.237	60.236	0.0013	0.20	1.00	2.600	4.251	6.851	0.114
S4	97.00	60.238	60.236	0.0020	0.20	1.00	2.617	4.142	6.758	0.113
S5	109.00	60.252	60.238	0.0140	0.20	1.00	2.817	3.723	6.540	0.109

Sumber : hasil perhitungan

➤ Menghitung intensitas hujan

Besaran hujan dengan kala ulang 10 tahun (R₂₄) = 148,859 mm

Waktu konsentrasi (tc) = 0.067 jam

Maka:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{89.066}{24} \times \left(\frac{24}{0.067}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 186.559 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan selanjutnya terdapat dalam tabel berikut ini.

Tabel 20 Hasil Analisa Intensitas Hujan

Nama Saluran	R ₂₄ (mm)	tc (jam)	I (mm/jam)
S1	148.859	0.115	189.187
S2	148.859	0.115	188.238
S3	148.859	0.114	189.761
S4	148.859	0.113	191.763
S5	148.859	0.109	192.167

Sumber : hasil perhitungan

➤ Menghitung debit air hujan per daerah tangkapan air dan debit banjir saluran

Debit air hujan dihitung dengan menggunakan metode rasional.

Koefisien pengaliran (C) = 0.657

Intensitas hujan (I) = 189.187 mm/jam

Luas daerah pengaliran (A) = 0.136

Maka:

$$Q = 0.002778 C \times I \times A$$

$$= 0.002778 \times 0.657 \times 189.187 \times 0.136$$

$$= 0.019 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan selanjutnya terdapat dalam tabel berikut ini.

Tabel 21 Hasil Analisa Debit air hujan

Nama Saluran	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /dt)
S1	0,657	189,187	0,136	0,019
S2	0,712	188,238	0,134	0,020
S3	0,739	189,761	0,130	0,020
S4	0,698	191,763	0,129	0,019
S5	0,676	192,167	0,151	0,022

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 22 Hasil perbandingan antara nilai debit air hujan pada saluran

Perhitungan Analitis		Hasil Simulasi	
Nama Saluran	Q (m ³ /dt)	Nama Saluran	Q (m ³ /dt)
S1	0.0192	S1	0.018
S2	0.0189	S2	0.017
S3	0.0178	S3	0.016
S4	0.0144	S4	0.013
S5	0.0035	S5	0.031

Sumber : hasil perhitungan

Berdasarkan tabel perbandingan diatas. dapat dilihat bahwa hasil perhitungan debit dengan cara analitis memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai debit pada hasil simulasi. Akan tetapi perbedaan nilai tersebut tidak terlalu signifikan atau dengan kata lain memiliki nilai yang hampir sama dimana memiliki nilai selisih antara 0.0012-0.0275. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi dapat **diterima**.

Evaluasi Saluran Drainase

Berdasarkan data titik banjir/luapan saluran dengan kala ulang 10 tahun yang terdapat pada Tabel 19 dapat di evaluasi saluran-saluran yang mengalami luapan maupun tidak mengalami luapan. Hasilnya dapat dilihat pada berikut.

Tabel 23. Data Saluran yang Meluap dan tidak Meluap

Nama Saluran	Junction		Keterangan	Nama Salur	Junction		Keterangan
	Awal	Akhir			Awal	Akhir	
S1	J1	J2	Tidak Meluap	S69	J60	J59	Tidak Meluap
S2	J3	J4	Meluap	S70	J61	J62	Tidak Meluap
S3	J5	J6	Meluap	S71	J59	J62	Tidak Meluap
S4	J7	J8	Meluap	S72	J62	OUT 4	Tidak Meluap
S5	J9	J10	Meluap	S73	J63	J64	Meluap
S6	J10	J11	Meluap	S74	J64	J65	Meluap
S7	J11	J8	Meluap	S75	J65	J68	Meluap
S8	J8	J6	Meluap	S76	J68	J70	Tidak Meluap
S9	J6	J4	Tidak Meluap	S78	J97	J74	Meluap
S10	J4	J2	Tidak Meluap	S79	J74	J108	Meluap
S11	J2	J16	Tidak Meluap	S80	J108	J78	Tidak Meluap
S12	J12	J20	Meluap	S81	J78	J85	Meluap
S13	J20	J13	Meluap	S82	J85	J82	Tidak Meluap
S14	J13	J14	Tidak Meluap	S83	J66	J65	Meluap
S15	J14	J15	Tidak Meluap	S84	J67	J68	Tidak Meluap
S16	J17	J18	Meluap	S85	J67	J69	Tidak Meluap
S17	J18	J19	Meluap	S86	J69	J70	Tidak Meluap
S18	J19	J20	Meluap	S87	J71	J97	Tidak Meluap
S19	J21	J22	Meluap	S88	J73	J74	Meluap
S20	J109	J110	Tidak Meluap	S89	J75	J108	Meluap
S22	J25	J26	Tidak Meluap	S90	J77	J78	Meluap
S23	J26	J22	Meluap	S91	J79	J85	Meluap
S24	J22	J23	Meluap	S92	J69	J71	Tidak Meluap
S25	J23	J24	Meluap	S93	J71	J72	Tidak Meluap
S26	J24	J110	Meluap	S94	J72	J73	Meluap
S27	J110	J19	Meluap	S95	J73	J75	Meluap
S28	J27	J28	Meluap	S96	J75	J76	Meluap
S29	J28	J26	Meluap	S97	J76	J77	Meluap
S30	J54	J9	Meluap	S98	J77	J79	Meluap
S31	J54	J55	Meluap	S99	J79	J80	Meluap
S32	J111	J12	Tidak Meluap	S100	J80	J81	Meluap
S33	J111	J17	Tidak Meluap	S101	J81	J82	Meluap
S34	J17	J21	Meluap	S102	J82	J83	Meluap
S35	J21	J25	Meluap	S103	J83	J84	Tidak Meluap
S36	J25	J27	Tidak Meluap	S104	J86	J83	Tidak Meluap
S37	J27	J29	Meluap	S105	J89	J92	Tidak Meluap
S38	J29	J32	Meluap	S106	J92	J91	Tidak Meluap
S39	J32	J33	Meluap	S107	J86	J87	Tidak Meluap
S40	J33	J35	Meluap	S108	J89	J90	Tidak Meluap
S41	J35	J37	Meluap	S109	J98	J93	Meluap
S42	J37	J39	Meluap	S110	J93	J113	Meluap
S43	J39	J41	Meluap	S111	J94	J95	Tidak Meluap
S44	J41	J43	Meluap	S112	J95	J96	Tidak Meluap
S45	J43	J45	Tidak Meluap	S113	J96	J98	Tidak Meluap
S46	J45	J53	Tidak Meluap	S115	J100	J101	Tidak Meluap
S47	J53	J52	Tidak Meluap	S116	J101	J102	Tidak Meluap
S48	J30	J29	Tidak Meluap	S117	J102	J99	Meluap
S49	J31	J32	Tidak Meluap	S119	J104	J103	Meluap
S50	J34	J33	Tidak Meluap	S120	J103	J102	Meluap
S51	J36	J35	Tidak Meluap	S121	J104	J105	Meluap
S52	J38	J37	Tidak Meluap	S122	J105	J106	Meluap
S53	J40	J39	Tidak Meluap	S123	J106	J107	Meluap
S54	J42	J41	Meluap	S124	J107	J103	Meluap
S55	J44	J43	Meluap	S125	J100	J99	Tidak Meluap
S56	J46	J45	Tidak Meluap	S126	J99	J98	Meluap
S57	J47	J48	Tidak Meluap	S128	J87	J88	Tidak Meluap
S58	J49	J50	Tidak Meluap	S129	J88	J84	Tidak Meluap
S59	J49	J53	Tidak Meluap	S130	J84	OUT 1	Tidak Meluap
S60	J48	J50	Tidak Meluap	S131	J90	J91	Tidak Meluap
S61	J50	J51	Tidak Meluap	S133	J91	OUT2	Tidak Meluap
S62	J51	J52	Tidak Meluap	S134	J15	J16	Tidak Meluap
S64	J55	J56	Tidak Meluap	S135	J16	OUT 5	Tidak Meluap
S65	J57	J58	Tidak Meluap	S136	J52	OUT 3	Meluap
S66	J56	J58	Tidak Meluap	S137	J113	J91	Tidak Meluap
S67	J58	J59	Tidak Meluap	S138	J70	J99	Tidak Meluap
S68	J57	J60	Tidak Meluap				

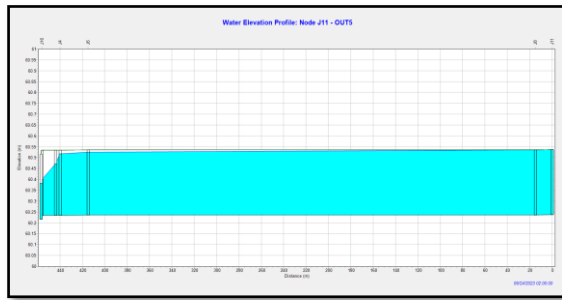
Dari hasil evaluasi saluran tersebut, dari total 131 saluran yang ada diperoleh hasil bahwa terdapat 65 saluran yang meluap atau melebihi kapasitas saluran dan terdapat 66 saluran yang aman atau tidak mengalami luapan. Melihat hasil tersebut maka perlu dilakukan perbaikan saluran drainase untuk mengatasi banjir yang terjadi dengan cara mengubah dimensi saluran agar volumenya dapat menampung jumlah debit maksimum yang terjadi. Pengubahan dimensi saluran ini dapat berupa penambahan lebar saluran, penambahan kedalaman saluran, atau kombinasi keduanya. Sesuai dengan arahan buku manual guide EPA SWMM 5.2 dilakukan metode trial and error pada aplikasi untuk perencanaan perubahan dimensi saluran

yaitu dengan cara merubah secara langsung ukuran saluran meliputi lebar, tinggi maupun diameter saluran yang dapat dipilih pada menu conduit, kemudian pilih kolom shape, selanjutnya ganti dimensi sesuai dengan yang dibutuhkan, kemudian klik OK. Setelah mengganti dimensi pada kolom shape, langkah selanjutnya yaitu mengubah kolom maximum depth sesuai dengan nilai ketinggian yang diinput pada menu shape tadi. Berikut data dari tiap saluran yang mengalami luapan sebelum dan sesudah dilakukannya perubahan dimensi saluran yang dapat dilihat pada tabel berikut.

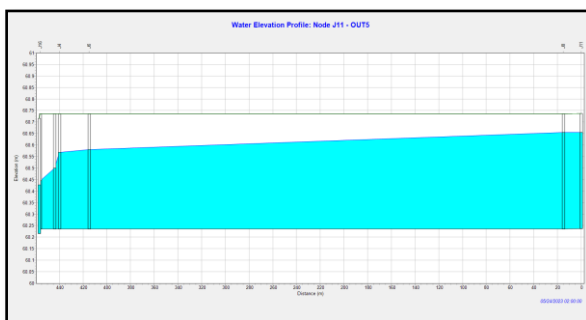
Tabel 24. Hasil Evaluasi Saluran

Nama Saluran	Evaluasi			Keterangan
	Dimensi saluran (m)			
	Lebar (b)	Tinggi (h)	Diameter (d)	
S2	0,25	0,5		Tidak Meluap
S3	0,25	0,5		Tidak Meluap
S4	0,25	0,5		Tidak Meluap
S5	0,25	0,5		Tidak Meluap
S6	0,25	0,5		Tidak Meluap
S7	0,25	0,5		Tidak Meluap
S8			0,5	Tidak Meluap
S12	0,25	0,5		Tidak Meluap
S13	0,25	0,5		Tidak Meluap
S16	0,25	0,5		Tidak Meluap
S17	0,25	0,5		Tidak Meluap
S18	0,25	0,5		Tidak Meluap
S19	0,25	0,5		Tidak Meluap
S23	0,25	0,5		Tidak Meluap
S24	0,25	0,5		Tidak Meluap
S25	0,25	0,5		Tidak Meluap
S26	0,25	0,5		Tidak Meluap
S27	0,25	0,5		Tidak Meluap
S28	0,25	0,5		Tidak Meluap
S29	0,25	0,5		Tidak Meluap
S30	0,25	0,5		Tidak Meluap
S31	0,25	0,5		Tidak Meluap
S34			0,5	Tidak Meluap
S35	0,25	0,5		Tidak Meluap
S37	0,35	0,5		Tidak Meluap
S38			0,5	Tidak Meluap
S39	0,25	0,5		Tidak Meluap
S40			0,5	Tidak Meluap
S41	0,25	0,5		Tidak Meluap
S42			0,5	Tidak Meluap
S43	0,25	0,5		Tidak Meluap
S44			0,5	Tidak Meluap
S54	0,25	0,5		Tidak Meluap
S55	0,25	0,5		Tidak Meluap
S73	0,25	0,5		Tidak Meluap
S74	0,25	0,5		Tidak Meluap
S75			0,5	Tidak Meluap
S78	0,25	0,5		Tidak Meluap
S79		0,5	0,5	Tidak Meluap
S81			0,5	Tidak Meluap
S83	0,25	0,5		Tidak Meluap
S88	0,25	0,5		Tidak Meluap
S89	0,25	0,5		Tidak Meluap
S90	0,25	0,5		Tidak Meluap
S91	0,25	0,5		Tidak Meluap
S94	0,25	0,5		Tidak Meluap
S95			0,5	Tidak Meluap
S96	0,25	0,5		Tidak Meluap
S97	0,25	0,5		Tidak Meluap
S98			0,5	Tidak Meluap
S99	0,25	0,5		Tidak Meluap
S100	0,25	0,5		Tidak Meluap
S101	0,25	0,5		Tidak Meluap
S102			0,5	Tidak Meluap
S109	0,25	0,5		Tidak Meluap
S110	0,25	0,5		Tidak Meluap
S117	0,25	0,5		Tidak Meluap
S119	0,25	0,5		Tidak Meluap
S120			0,5	Tidak Meluap
S121	0,25	0,5		Tidak Meluap
S122	0,25	0,5		Tidak Meluap
S123	0,25	0,5		Tidak Meluap
S124	0,25	0,5		Tidak Meluap
S126			0,5	Tidak Meluap
S136			0,5	Tidak Meluap

Berikut merupakan gambar long section dari saluran-saluran pada saat sebelum dan sesudah dilakukan perubahan dimensi saluran.

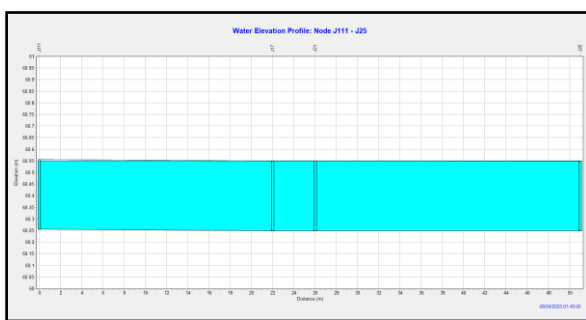


Gambar 10 Profil Aliran Saluran S2,S10,S11, dan S135 (Node J11-OUT5) Pada Saat Meluap Sebelum dilakukan Perbaikan Dimensi Saluran.

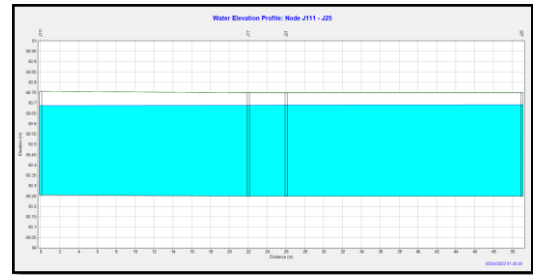


Gambar 11 Profil Aliran Saluran S2,S10,S11, dan S135 (Node J11-OUT5) Pada Saat Meluap Setelah dilakukan Perbaikan Dimensi Saluran.

Gambar 6 menunjukkan saluran S2 tepatnya pada titik J3 mengalami luapan yaitu pada jam 02.00 dengan durasi luapan selama 2,94 jam (2 jam 56 menit). J3 menerima limpasan dari Subcatchment 2 dengan debit limpasan sebesar 0,019 m³ / detik. Setelah dilakukan perubahan dimensi pada saluran tersebut dari lebar awal sebesar 0,25 m dan kedalaman 0,35 meter menjadi lebar dan tinggi saluran berturut-turut sebesar 0,35 meter dan 0,4 meter maka sudah tidak terjadi luapan seperti pada Gambar 7.



Gambar 12 Profil Aliran Saluran S33, S34, dan S35 (Node J111-J25) Pada Saat Meluap Sebelum dilakukan Perbaikan Dimensi Saluran



Gambar 12 Profil Aliran Saluran S33, S34, dan S35 (Node J111-J25) Pada Saat Meluap Setelah dilakukan Perbaikan Dimensi Saluran.

Gambar 8 menunjukkan saluran S34 tepatnya pada titik J17 dan J21 mengalami luapan yaitu pada jam 01.45 dengan durasi luapan selama 0,74 jam (44 menit). J17 menerima limpasan dari Subcatchment 12 dengan debit limpasan sebesar 0,015 m³/ detik. Setelah dilakukan perubahan dimensi pada saluran tersebut dari lebar awal sebesar 0,25 m dan kedalaman 0,35 meter menjadi lebar dan tinggi saluran berturut-turut sebesar 0,35 meter dan 0,4 meter maka sudah tidak terjadi luapan seperti pada Gambar 9.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisa pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil analisa data curah hujan, diperoleh nilai curah hujan rancangan di Perumahan Bhayangkara Residence berturut-turut untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun yaitu 115,404 mm, 136,702 mm, dan 148,859 mm.
- Kondisi saluran drainase eksisting di Perumahan Bhayangkara Residence yaitu dari 131 saluran untuk kala ulang 2 tahun terdapat 52 saluran yang meluap dan 79 saluran yang mampu menampung limpasan, untuk kala ulang 5 tahun terdapat 58 saluran yang meluap dan 73 saluran yang mampu menampung limpasan sedangkan untuk kala ulang 10 tahun terdapat 65 saluran yang meluap dan 66 saluran yang mampu menampung limpasan.
- Outlet dari masing-masing saluran pada pembuangan akhir untuk kala ulang 2 tahun memiliki debit sebesar 0,053 m³/ det untuk OUT1, 0,038 m³/ det untuk OUT2, 0,058 m³/ det untuk OUT3, 0,056 m³/ det untuk OUT4, dan 0,077 m³/ det untuk OUT5, untuk kala ulang 5 tahun memiliki debit sebesar 0,054 m³/ det untuk OUT1, 0,045 m³/ det untuk OUT2, 0,059 m³/ det untuk OUT3, 0,062 m³/ det untuk OUT4, dan 0,081 m³/ det untuk OUT5, dan untuk kala ulang 10 tahun memiliki debit sebesar 0,055 m³/ det untuk OUT1, 0,049 m³/ det untuk OUT2, 0,059 m³/ det untuk OUT3, 0,065 m³/ det untuk OUT4, dan 0,082 m³/ det untuk OUT5.

SARAN

Dari hasil analisis dan pembahasan serta pengamatan selama penelitian, ada beberapa saran

yang dapat diberikan kepada pengembang perumahan dan masyarakat Perumahan Bhayangkara Residence sendiri, diantaranya :

- a. Perlu dilakukannya redemensi saluran pada beberapa saluran yang mengalami luapan agar dapat menampung limpasan.
- b. Perlu dilakukannya pemeliharaan pada saluran-saluran yang ada agar tidak terjadi penyumbatan pada saluran baik itu dikarenakan oleh sampah maupun sedimentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, N. S. M. (2017). *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pemukiman Dengan Menggunakan Perangkat Lunak EPA SWMM 5.1*.
- Andy. 2009. *Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Joyosroyo*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Azarine, N.J, Liliya, D.S, & Alexander, T.S.H. 2013. *Evaluasi Saluran Drainase di Jalan Gajayana dan Jalan Sumbersari Kota Malang*.
- Chow, V. Te, & Rosalina, E. V. N. (1997). *Hidrolika Saluran Terbuka* (4th ed.). Erlangga.
- Harto, S. B. R. (1993). *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hendri, A. (2015). Analisis Metode Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar. *Annual Civil Engineering Seminar*, 297–304.
- Kodoatie, R. J., & Sugiyanto. (2002). *Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Pelajar.
- Madani, M. I. (2022). *Evaluasi Sistem Drainase pada Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika Lombok*. Universitas Mataram.
- Rossmann, L. (2015). Storm Water Management Model (SWMM) User ' s Manual Version 5 .2.1. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), September, 1–353.
- Soemarto, C. D. (1987). *Hidrologi teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno, S. (1995). *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data*. Nova Bandung.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi.
- Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika II*. Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan Yogyakarta*. Gadjah Mada University Press.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan* (2nd ed.). Beta Offset.
- Husain Mahmud (2017). *Studi Evaluasi Sistem Saluran Drainase Di Jalan Sukarno Hatta Kecamatan Lowokwaru Kota Malang Menggunakan Epa Swmm 5.1*
- Girsang, F. (2008). *Analisis Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak dengan Metode Rasional pada DAS Belawan Kabupaten Deli Serdang*. Universitas Sumatera Utara.
- Rosyidie, A. (2013). *Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan*. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*.