

SKRIPSI
EVALUASI KINERJA SALURAN DRAINASE PADA JALAN
BATE' SALAPANG



Oleh:

MUHAMMAD ASWAR
10581233715

AMIRUDIN KUBALAY
10581240815

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2022



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Muhammad Aswar** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2337 15 dan **Amirudin Kubalay** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 2408 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor: 612/05/A,4-II/VII/43/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu tanggal 27 Juli 2022.

Panitia Ujian:

Makassar,

23 Dzulhijjah 1443 H

27 Juli 2022 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Irsan Ramli, ST., MT.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. H. Riswal K, MT

b. Sekretaris : Farida Gaffar, ST., MM., IPM

3. Anggota: 1. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

2. Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

3. Ir. M. Agusalm, ST., MT.

Mengetahui:

Pembimbing I

Dr. Ir.Hj Sukmasari Antaria, M. Si

Pembimbing II

Fausiah Latif, ST., MT



Dekan Fakultas Teknik

Dr. H. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM: 759 108



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian skripsi guna memperoleh gelar Sarjana

Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **EVALUASI KINERJA SALURAN DRAINASE BIOPORI
PADA JALAN BATE' SALAPANG**

Nama : **1. MUHAMMAD ASWAR
2. AMIRUDIN KUBALAY**

Stb : **1. 105 81 2337 15
2. 105 81 2408 15**

Makassar, 09 Juni 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

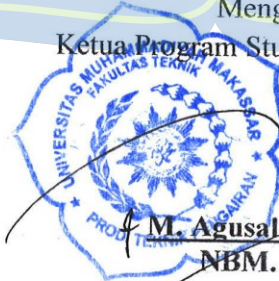
Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si

Fausiah Latif, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan



M. Agusalin, ST., MT

NBM. 947 993

EVALUASI KINERJA SALURAN DRAINASE PADA JALAN BATE'SALAPANG

Muhammad Aswar¹⁾ Amirudin Kubalay²⁾ Sukmasari Antaria³⁾

^{1,2)} Mahasiswa Prodi Teknik Pengairan FT Universitas Muhammadiyah Makassar

³⁾ Dosen Prodi Teknik Pengairan FT Universitas Muhammadiyah Makassar

^{*)} Corresponding Author, Email: amirsaja108@gmail.com

ABSTRAK

Di Kabupaten Gowa sendiri, khususnya drainase di Jalan Bate Salapang sering terjadi genangan air sekitar 50-80 cm, dimana genangan-genangan air ini terjadi bukan lagi karena faktor-faktor alam yang ekstrem, namun disebabkan oleh permasalahan yang kompleks seperti daerah resapan air yang semakin berkurang akibat pertumbuhan penduduk yang tinggi, pembangunan rumah yang tidak memperhatikan lingkungan sekitar yang mengakibatkan drainase tersumbat, sistem drainase yang tidak terpadu sehingga membuat aliran menumpuk di daerah yang lebih rendah, sampah, sedimentasi dan sarana drainase yang tidak terawat bahkan rusak. Berdasarkan hal tersebut maka kami melakukan penelitian mengenai Evaluasi Kinerja Saluran Drainase Biopori Pada Jalan Bate Salapang, yang bertujuan untuk menganalisa kapasitas maksimum dan debit limpasan saluran drainase serta mengevaluasi kinerja biopori pada saluran drainase. Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian kasus/lapangan dan penelitian kasual-komparatif. Data primer yang digunakan meliputi kondisi lokasi studi, dimensi saluran yang ditinjau (31 m) dan data sekunder meliputi data curah hujan selama 10 tahun terakhir. Adapun teknik analisa data yaitu analisa data hidrologi dan analisa data hidrolika yang dilanjutkan dengan perhitungan debit saluran serta evaluasi saluran drainase berpori. Dari hasil penelitian didapatkan Debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun yaitu 0,85 m³/dtk, 10 tahun yaitu 1,00 m³/dtk, 25 tahun yaitu 1,20 m³/dtk, 50 tahun yaitu 1,36 m³/dtk, dan 100 tahun yaitu 1,52 m³/dtk. Sedangkan kapasitas maksimum drainase biopori hanya sebesar 0,38 m³/dtk, Jumlah lubang resapan biopori yang ada pada saluran sepanjang 31 m adalah sebanyak 30 biopori, dan jarak antar biopori yaitu 1 meter dengan kedalaman 50 cm dan diameter 10 cm. Debit tampungan dari lubang resapan biopori di sepanjang saluran yaitu sebesar 0.04 m³/dtk dengan debit infiltrasinya yaitu 0.0013 m³/dtk.

Kata Kunci : Drainase, Biopori, Debit Saluran, Resapan

ABSTRACT

In Gowa Regency itself, especially drainage on Jalan Bate Salapang, puddles of water around 50-80 cm often occur, where these puddles occur no longer due to extreme natural factors, but are caused by complex problems such as increasing water catchment areas. reduced due to high population growth, construction of houses that do not pay attention to the surrounding environment which results in clogged drainage, drainage systems that are not integrated so that flows accumulate in lower areas, garbage, sedimentation and drainage facilities that are not maintained and even damaged. Based on this, we conducted a study on Performance Evaluation of Biopori Drainage Channels on Jalan Bate Salapang, which aims to analyze the maximum capacity and runoff discharge of drainage channels and evaluate the performance of biopori in drainage canals. This research was conducted using case/field research and casual-comparative research. The primary data used include the condition of the study site, the dimensions of the channel under review (31 m) and the secondary data includes rainfall data for the last 10 years. The data analysis techniques are hydrological data analysis and hydraulics data analysis followed by calculation of channel discharge and evaluation of porous drainage channels. From the results of the study, it was found that the planned flood discharge with a return period of 5 years is 0.85 m³/s, 10 years is 1.00 m³/s, 25 years is 1.20 m³/s, 50 years is 1.36 m³/s, and 100 years which is 1.52 m³/s. While the maximum capacity of biopore drainage is only 0.38 m³/sec, the number of biopore infiltration holes in the 31 m long channel is 30 biopori, and the distance between biopori is 1 meter with a depth of 50 cm and a diameter of 10 cm. The discharge discharge from the biopore infiltration hole along the channel is 0.04 m³/s with an infiltration discharge of 0.0013 m³/s.

Keywords: Drainage, Biopori, Channel Discharge, Infiltration

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah Swt, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun Skripsi yang berjudul “evaluasi kinerja saluran drainase biopori pada jalan bate’ salapang”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini di sebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karna itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dan senang hati koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga Skripsi ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M. ag. Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak M. Agusalm, ST., MT. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Ibu Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si Sebagai pembimbing 1 dan Ibu Fausiah Latif, S.T., M.T. Selaku pembimbing 2 yang senantiasa meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara / saudari kami di Fakultas Teknik, Reaksi 2015 yang selalu belajar dan berjuang bersama dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu serta memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kedua orang tua tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada keduanya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan dukungan baik secara moril maupun materi.

Semoga semua pihak tersebut diatas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

“Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar,2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Drainase.....	6
B. Sistem Drainase.....	7
C. Konsep Drainase Berwawasan Lingkungan.....	10
D. Analisis Hidrologi	12
E. Analisa Hidrolika	17
F. Dimensi Saluran	21
G. Biopori.....	22
H. Lubang Resapan Biopori dan Manfaatnya	24

BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Lokasi Penelitian.....	27
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	28
C. Teknik Analisis Data.....	30
D. Flowchart.....	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	32
A. Analisa Data Hidrologi.....	32
a. Waktu Konsentrasi.....	32
b. Menghitung Intensitas Curah Hujan	32
c. Debit Banjir Rencana.....	34
B. Analisa Data Hidrolika.....	35
a. Evaluasi Saluran Drainase Biopori	35
b. Perencanaan Drainase Baru.....	40
BAB V PENUTUP.....	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Drainase di jalan Bate' Salapang.....	6
Gambar 2 Siklus Hidrologi.....	14
Gambar 3 Bentuk Penampang Persegi	18
Gambar 4 Drainase Biopori	22
Gambar 5 Peta stasiun curah hujan.....	27
Gambar 6 Site plan lokasi penelitian.....	28
Gambar 7 Flowchart.....	31
Gambar 8 Grafik intensitas curah hujan	34
Gambar 9 Kondisi dimensi drainase biopori	36
Gambar 10 Perbandingan saluran lama dan saluran biopori.....	40
Gambar 11 Dimensi saluran baru	44



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perhitungan intensitas hujan.....	33
Tabel 2 Perhitungan debit banjir rencana.....	35
Tabel 3 Perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas saluran baru	38
Tabel 4 Perbandingan debit rencana dengan kapasitas saluran biopori.....	39
Tabel 5 perbandingan dimensi saluran.....	44
Tabel 6 Perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas saluran baru	45
Tabel 7 Perbandingan kapasitas maksimum drainase.....	46



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Drainase adalah salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem pembuangan air guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota atau perencanaan infrastruktur (Suripin, 2004). Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah yang berpendudukan padat seperti di perkotaan. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Menurut Suripin (2004), “Konsep drainase konvensional adalah upaya membuang atau mengalirkan kelebihan air secepatnya ke sungai terdekat”. Dalam konsep ini seluruh air hujan yang jatuh di suatu wilayah, harus secepatnya dibuang ke sungai dan seterusnya ke laut. Hal ini pada akhirnya justru akan meningkatkan perubahan iklim global dengan dampak bersifat destruktif, yaitu kerusakan ekosistem, perubahan iklim mikro dan makro serta tanah longsor di berbagai tempat yang disebabkan oleh fluktuasi kandungan air tanah pada musim kering dan musim basah yang sangat tinggi, meningkatkan banjir di hilir, kekeringan di hulu dan tengah, dan penurunan muka air tanah.

Di kabupaten Gowa sendiri khususnya di Jalan Bate Salapang, sering terjadi genangan air pada saat terjadinya hujan. Sesuai informasi yang kami dapatkan langsung yang bersumber dari hasil wawancara dengan beberapa warga setempat, bahwa ketinggian genangan air pada saat terjadinya hujan mencapai 50-80 cm. Genangan-genangan air ini terjadi bukan lagi karena faktor-faktor alam yang ekstrem, namun disebabkan oleh permasalahan yang kompleks seperti daerah resapan air yang semakin berkurang akibat pertumbuhan penduduk yang tinggi, pembangunan rumah yang tidak memperhatikan lingkungan sekitar yang mengakibatkan drainase tersumbat, sistem drainase yang tidak terpadu sehingga membuat aliran menumpuk di daerah yang lebih rendah, sampah, sedimentasi dan sarana drainase yang tidak terawat bahkan rusak.

Berdasarkan hal tersebut maka kami melakukan penelitian dengan judul **“Evaluasi Kinerja Saluran Drainase Pada Jalan Bate Salapang”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Menghitung kapasitas maksimum dan debit limpasan saluran drainase
2. Bagaimana desain saluran drainase baru yang dapat mengantisipasi debit limpasan yang terjadi di Jalan Bate Salapang.

C. Tujuan penelitian

1. Untuk menganalisis kapasitas maksimum dan debit limpasan saluran drainase
2. Untuk mengevaluasi kinerja biopori pada saluran drainase

D. Batasan Masalah

Ruang lingkup dalam pembahasan ini adalah:

1. Studi dilakukan pada wilayah yang ditinjau adalah Jalan Bate' Salapang Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa
2. Panjang saluran drainase adalah 31 meter
3. Analisis waktu Konsentrasi (tc) dengan menggunakan Metode Kirpich
4. Analisis intensitas curah hujan dengan menggunakan Metode Mononobee
5. Tidak menghitung sampai kejenuhan air
6. Permeabilitas tanah tidak dihitung.

E. Manfaat Penelitian

Sebagai tujuan hakekat dari suatu bentuk yang senantiasa diharuskan dapat memberikan kegunaan atau manfaat baik langsung maupun tidak langsung, maka penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

- 1) Dengan adanya penelitian ini, kita mampu memahami permasalahan saluran drainase dan cara mengatasi permasalahan tersebut khususnya drainase yang ditinjau di jalan Bate' Salapang.

2) Sebagai acuan dalam perencanaan saluran drainase yang akan datang.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini merupakan susunan yang serasi dan teratur oleh karena itu dibuat dengan komposisi bab - bab mengenai pokok - pokok uraian sehingga mencakup pengertian tentang apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN yang berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA yang berisi tentang teori - teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN jenis penelitian ini yaitu studi kasus dengan pendekatan kuantitatif, artinya permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan keadaan status fenomena yaitu mengetahui hal - hal yang berhubungan dengan keadaan sesuatu sesuai dengan fenomena atau gejala yang terjadi. Penelitian ini dilakukan di daerah drainase Jalan Bate' Salapang.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN yang berisi tentang hasil dari penelitian-penelitian baik dari segi curah hujan, debit banjir rencana, kapasitas maksimum drainase, dan kinerja biopori pada drainase.

BAB V PENUTUP merupakan kumpulan dari hasil analisa dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan juga disertai dengan rekomendasi yang ditunjukkan untuk penelitian selanjutnya atau penerapan hasil penelitian di lapangan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Drainase

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 usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah (Suripin, 2004).



Gambar 1 Drainase di jalan Bate' Salapang

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air

melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapannya.

2. Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/saluran resapan (Wesli, 2008)

B. Sistem Drainase

Serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air atau tempat peresapan buatan. Bangunan sistem drainase dapat terdiri atas saluran penerima, saluran pembawa air berlebih saluran pengumpul dan badan air penerima. bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*colector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima.

Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima air diolah dahulu pada instalasi pengolah air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan ke dalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004).

Dengan semakin kompleksnya permasalahan drainase perkotaan maka didalam perencanaan dan pembangunannya tergantung pada kemampuan masing- masing perencana. Ada beberapa sarana penunjang bangunan drainase, yaitu:

1. Lubang air pada dinding saluran (*wheep hole*)

Lubang air pada dinding saluran yaitu lubang yang berfungsi untuk mengalirkan air resapan (penirisan) yang berasal dari tanah sekitar saluran drainase sehingga tanah tidak menjadi lumpur atau becek.

2. Lubang air pada trotoar (*street inlet*)

Lubang air pada trotoar (*street inlet*) yaitu lubang yang berfungsi untuk mengalirkan air dari jalan (aspal) sekitar saluran drainase sehingga jalan (aspal) tidak terjadi genangan air atau banjir.

3. Saringan sampah kasar (*bar screen*)

Saringan sampah kasar yaitu saringan sampah yang diletakkan sebelum terdapatnya kantung lumpur/pasir sehingga sampah yang mempunyai ukuran besar tidak dapat masuk kedalam kantung lumpur/pasir.

4. Saringan sampah halus (*fine screen*)

Saringan sampah halus yaitu saringan sampah yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada ukuran saringan sampah kasar dan diletakkan sesudah terdapatnya kantung lumpur/pasir tepatnya pada pangkal gorong-gorong (*box culver*) sehingga sampah mempunyai ukuran kecil tidak dapat masuk kedalam gorong-gorong (*box culver*).

5. Penutup atas parit (*cover slab*)

Penutup atas parit yaitu beton struktur bertulang yang diletakkan diatas bangunan drainase. Umumnya penutup parit ini digunakan pada daerah perkotaan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan lahan untuk pembuatan trotoar.

6. Lubang kontrol (*cover grill*)

Lubang kontrol yaitu lubang yang terbuat dari besi yang menggunakan pintu dan berengsel sehingga dapat dibuka dan ditutup untuk mengontrol keadaan drainase.

7. Kantong lumpur/pasir (*sand trap*)

Kantong lumpur yaitu suatu dasar drainase dimana konstruksinya lebih dalam dari pada dasar drainase lainnya. Hal ini bertujuan sebagai tangkapan pasir/lumpur pada drainase agar pasir/lumpur tidak masuk kedalam gorong-gorong (*box culver*).

Selain untuk pengeringan tanah atau menghambat terjadinya banjir, drainase dapat juga berfungsi untuk:

1. Pertanian

Tanah yang terlalu basah seperti rawa misalnya tidak dapat ditanami. Untuk dapat digunakan sebagai lahan pertanian, tanah rawa yang selalu basah perlu dikeringkan.

2. Bangunan

Untuk mendirikan bangunan (gedung, dan jalan lapangan terbang) diatas tanah yang basah perlu drainase agar tanah menjadi kering dan daya dukung tanah menjadi bertambah sehingga dapat mendukung beban bangunan diatasnya.

3. Kesehatan

Tanah yang digenangi air dapat menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk, sehingga perlu dikeringkan dengan sistem jaringan drainase. Pada tanah kering telur dan larva nyamuk tidak hidup. Sedangkan dari ilmu kesehatan gas-gas yang terdapat dirawa seperti gas metan tidak baik untuk kesehatan, sehingga tanah sekitar permukiman perlu dikeringkan.

4. Lansekap

Untuk pemandangan yang baik, tanah basah/berair harus dikeringkan sehingga dapat ditanami rumput atau tanaman-tanaman hias lainnya.

C. Konsep Drainase Berwawasan Lingkungan

1. Drainase Pengatusan

Konsep drainase yang dulu dipakai di Indonesia (paradigma lama) adalah drainase pengatusan yaitu mengatuskan air kelebihan (utamanya air hujan) ke badan air terdekat. Air kelebihan secepatnya dialirkan ke saluran drainase, kemudian ke sungai dan akhirnya ke laut, sehingga tidak menimbulkan genangan atau banjir. Konsep pengatusan ini

dipraktekkan masyarakat sampai sekarang. Pada setiap proyek drainase, dilakukan upaya untuk membuat alur-alur saluran pembuang dari titik genangan ke arah sungai dengan kemiringan yang cukup untuk membuang sesegera mungkin air genangan tersebut.

Drainase pengatusan semacam ini adalah drainase yang lahir sebelum pola pikir komprehensif berkembang, dimana masalah genangan, banjir, kekeringan dan kerusakan lingkungan masih dipandang sebagai masalah lokal dan sektoral yang bisa diselesaikan secara lokal dan sektoral pula tanpa melihat kondisi sumber daya air dan lingkungan di hulu, tengah dan hilir secara komprehensif.

2. Drainase Ramah Lingkungan (Ekodrainase)

Dengan perkembangan berfikir komprehensif serta didorong oleh semangat antisipasi perubahan iklim yang dewasa ini terjadi, maka diperlukan perubahan konsep drainase menuju ke drainase ramah lingkungan atau ekodrainase (paradigma baru). Drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya untuk mengelola air kelebihan (air hujan) dengan berbagai metode diantaranya dengan menampung melalui bak tandon air untuk langsung bisa digunakan, menampung dalam tampungan buatan atau badan air alamiah, meresapkan dan mengalirkan ke sungai terdekat tanpa menambah beban pada sungai yang bersangkutan serta senantiasa memelihara sistem tersebut sehingga berdaya guna secara berkelanjutan.

Dengan konsep drainase ramah lingkungan tersebut, maka kelebihan air

hujan tidak secepatnya dibuang ke sungai terdekat. Namun air hujan tersebut dapat disimpan di berbagai lokasi di wilayah yang bersangkutan dengan berbagai macam cara, sehingga dapat langsung dimanfaatkan atau dimanfaatkan pada musim berikutnya, dapat digunakan untuk mengisi/konservasi air tanah, dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas ekosistem dan lingkungan, dan dapat digunakan sebagai sarana untuk mengurangi genangan dan banjir yang ada. Dengan drainase ramah lingkungan, maka kemungkinan banjir/genangan di lokasi yang bersangkutan, banjir di hilir serta kekeringan di hulu dapat dikurangi.

Hal ini karena sebagian besar kelebihan air hujan ditahan atau diresapkan baik bagian hulu, tengah maupun hilir. Demikian juga Longsor di bagian hulu akan berkurang karena fluktuasi lengas tanah tidak ekstrim dan perubahan iklim yang ada di daerah tengah dan hulu dan beberapa daerah hilir tidak terjadi dengan tersedianya air yang cukup, lengas tanah yang cukup maka flora dan fauna di daerah tersebut akan tumbuh lebih baik. Hal ini dapat mengurangi terjadinya perubahan iklim mikro maupun makro di wilayah yang bersangkutan.

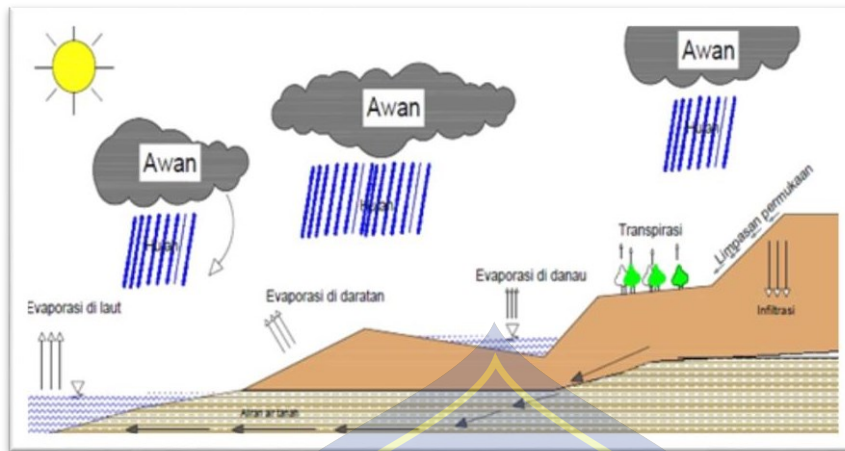
D. Analisis Hidrologi

Menurut Hisbulloh (1995), siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang

jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman.

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air-tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air-permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengalir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (*transpirasi*) sebelum sampai ke laut (JR dan Paulhus, 1986).

Siklus hidrologi (*hydrological cycle*) merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus menerus tiada henti-hentinya. Sebagai akibat terjadinya sinar matahari maka timbul panas. Dengan adanya panas ini maka air akan menguap menjadi uap air dari semua tanah, sungai, danau, telaga, waduk, laut, kolam, sawah dan lain-lain dan prosesnya disebut penguapan (*evaporation*). Penguapan juga terjadi pada semua tanaman yang disebut transpirasi (*transpiration*) (Soedibyo, 2003).



Gambar 2 Siklus Hidrologi (sumber: www.google.com)

a) Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas curah hujan adalah besar curah hujan selama satu satuan waktu tertentu. Besarnya intensitas curah hujan berbeda - beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadian. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistika maupun secara empiris.

Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah metode mononobe yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dan curah hujan maksimum harian sebagai berikut :

- I = Intensitas curah hujan (mm / jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum harian (mm)
- T = Lama waktu hujan (jam)
- T = Waktu mulai hujan (jam)
- t_c = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Berdasarkan Rumus Kirpich, waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{0,383} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

L = Panjang saluran

S = Kemiringan saluran

b) Koefesien pengaliran

Koefesien pengaliran (*run-off coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi). Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi lahan. Pemilihan koefesien pengaliran harus diperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan di kemudian hari.

c) Analisa Debit Banjir Rencana

Debit aliran rencana sangat penting dalam perencanaan drainase, apabila salah dalam menentukan debit rencana, maka sistem drainase yang terpakai tidak akan berfungsi dengan semestinya. Debit aliran rencana juga kapasitas aliran akibat hujan, hujan yang menyebabkan adanya kemungkinan Sebagian besar air menggenang dan mengalir dipermukaan tanah (*run off*) dan sebagian kecil meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan Sebagian kecil meresap kedalam tanah (infiltrasi). Rumus yang dipakai untuk menghitung debit aliran tergantung pada besarnya cathment area, pada umumnya ditentukan sebagai berikut :

1. Untuk catchment area $< 25 \text{ km}^2$ dipakai Rumus Rational
2. Untuk catchment area $25 - 100 \text{ km}^2$ dipakai cara Weduwen
3. Untuk catchment area $> 100 \text{ km}^2$ dipakai cara melchisor

Perhitungan debit aliran untuk selokan samping pada umumnya mencakup cathment area $< 25 \text{ km}^2$, jadi yang digunakan adalah rumus rasional

$$Q = C \times I \times A \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

Q = Debit banjir puncak pada periode ulang T tahun, ($\text{m}^3 / \text{detik}$) I =

Intensitas curah hujan (mm / jam)

A = Luas daerah aliran (ha)

C = koefisien pengaliran rata-rata

E. Analisa Hidrolika

Analisa sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisa drainase diantaranya adalah perhitungan kapasitas saluran, penentuan tinggi jagaan, penentuan daerah sempadan, perhitungan kepadatan drainase, dan bangunan - bangunan yang dibutuhkan dalam sistem drainase. Dalam kaitannya dengan pengendalian banjir, analisa saluran drainase digunakan untuk mengetahui profil muka air, baik kondisi yang ada (*eksisting*) maupun kondisi perencanaan. Untuk mendukung analisa hitungan guna memperoleh parameterisasi desain yang handal, dibutuhkan validasi data dan metode hitungan yang *representative* (Soewarno, 1991). Analisa untuk drainase dapat di jelaskan sebagai berikut:

a. Kapasitas Saluran

Kapasitas rencana dari setiap komponen sistem drainase dihitung berdasarkan rumus manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Dengan :

V = kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m / dtk),

Q = debit aliran dalam saluran (m³ / dtk)

n = koefisien kekasaran manning,

R = jari-jari hidraulik (m),

A = luas penampang basah

P = keliling basah

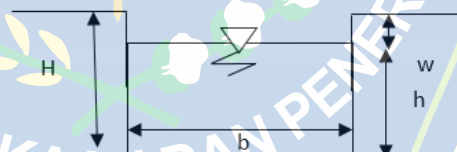
A = luas penampang saluran

b. Bentuk Penampang Saluran drainase

Debit aliran yang sama dengan debit akibat hujan, harus dialirkan pada saluran bentuk persegi, segitiga, trapesium, dan setengah lingkaran untuk drainase muka tanah (*surface drainage*).

1. Bentuk Penampang persegi

Bentuk penampang persegi dipakai untuk suatu debit - debit yang kecil, untuk membuat saluran seperti ini biasanya dibuat pada suatu daerah yang memiliki luasan kecil didukung oleh konstruksi yang kokoh dan digunakan untuk saluran air hujan, air rumah tangga dll.



Gambar 3. Bentuk Penampang Persegi

Untuk penampang saluran persegi panjang luas penampang basah (A), keliling basah (P), jari - jari hidrolis (R) dihitung dengan persamaan :

a. Luas penampang basah

$$A = b \times h \dots\dots\dots (5)$$

b. Keliling basah

$$P = b + 2h \dots \dots \dots (6)$$

c. Jari-jari hidrolis

$$R = \dots \dots \dots (7)$$

Dengan :

A = Luas penampang basah saluran (m)

B = Lebar dasar saluran (m)

H = Lebar muka air rencana (m)

M = kemiringan talud (m)

P = Keliling basah saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

c. Tinggi Jagaan Penampang

Tinggi jagaan saluran adalah jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rancang. Jarak ini harus cukup untuk mencegah gelombang atau kenaikan muka air yang melimpah ke tepi. Berikut adalah tata cara perhitungan tinggi jagaan penampang menurut pedoman perencanaan drainase (Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

1. Tinggi jagaan (w) untuk saluran drainase jalan bentuk trapesium dan segi empat ditentukan berdasarkan rumus :

$$W = \sqrt{0.5 \times h} \dots \dots \dots (8)$$

Dengan :

W = tinggi jagaan (m)

h = kedalaman air yang tergenang dalam saluran

d. Kemiringan Saluran

Kemiringan memanjang saluran adalah kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. Kemiringan dasar saluran ini adalah kemiringan dasar saluran arah memanjang, umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi, serta tinggi tekanan yang diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Berikut adalah tata cara perhitungan kemiringan memanjang saluran penampang menurut pedoman perencanaan drainase (Departemen Pekerjaan Umum, 2006) :

$$I_s = \left(\frac{V^2}{R^{2/3}} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (9)$$

Dengan :

V = Kecepatan aliran (m / detik)

n = Koefesien kekasaran manning

R = F / P = Jari - jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah

e. Kecepatan aliran

Kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui drainase sampai ke titik rencana hilir (badan air). Kecepatan rata - rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus Chezy 1976 dengan rumus Manning 1889 (Suripin, 2004), yang merupakan dasar dalam menentukan dimensi saluran, yaitu sebagai berikut :

$$V = R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (10)$$

Dengan :

V = Kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m / det)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Radius Hidrolis (m)

A = Luas Penampang basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

F. Dimensi Saluran

Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung dimensi saluran yaitu : (M. Aslan, halamna 63-66).

$$V = K R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (11)$$

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (12)$$

$$A = (b + m x h) h \dots \dots \dots (13)$$

$$P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (14)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (15)$$

A = Luas penampang saluran (m^2)

R = Jari - jari hidroslis (m)

P = Keliling basah (m)

B = Lebar saluran (m)

I = Kemiringan saluran

K = Koefisien kekasaran *strickler*

G. Biopori

Biopori merupakan metode resapan air yang digunakan untuk mengatasi banjir dengan cara memberikan waktu tambahan untuk air bisa meresap ke dalam tanah. Peresapan air ke dalam tanah dapat diperlancar dengan adanya biopori yang dapat diciptakan fauna tanah dan akar tanaman. Dinding lubang silindris menyediakan tambahan permukaan resapan air seluas dinding saluran atau lubang yang dapat menampung sementara aliran permukaan dan memberi air kesempatan meresap ke dalam tanah yang nantinya dapat dipergunakan pada musim kemarau (Brata, 2008).



Gambar 4 Drainase Biopori

Peresapan air kedalam tanah sangat mempengaruhi ketersediaan air tanah, hal tersebut dapat diperlancar dengan membuat lubang resapan yang merupakan metode alternatif yang unggul dalam menjaga lingkungan hidup. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah (Plasa Teen, 2009: 3).

Pengertian dari istilah “biopori” dalam berbagai pendapat, yaitu:

1. Biopori menurut Griya (2008) lubang-lubang kecil pada tanah yang terbentuk akibat aktivitas organisme dalam tanah seperti cacing atau pergerakan akar-akar dalam tanah. Lubang tersebut akan berisi udara dan menjadi jalur mengalirnya air. Jadi air hujan tidak langsung masuk ke saluran pembuangan air, tetapi meresap ke dalam tanah melalui lubang tersebut.
2. Kamir R dkk, dari Institut Pertanian Bogor (2008) menjelaskan biopori adalah lubang sedalam 80-100 cm dengan diameter 10-30 cm, dimaksudkan sebagai lubang resapan untuk menampung air hujan dan meresapkannya kembali ke tanah. Biopori memperbesar daya tampung tanah terhadap air hujan, mengurangi genangan air, yang selanjutnya mengurangi limpahan air hujan turun ke sungai. Dengan demikian, mengurangi juga aliran dan volume air sungai ke tempat yang lebih rendah, seperti Jakarta yang daya tampung airnya sudah sangat minim karena tanahnya dipenuhi bangunan.

3. Tim Biopori IPB (2007) menguraikan bahwa biopori adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktifitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap, dan fauna tanah lainnya. Lubanglubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah.

H. Lubang Resapan Biopori dan Manfaatnya

Lubang Resapan Biopori menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.70/Menhut-II/2008/ tentang pedoman teknis rehabilitasi hutan dan lahan, adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktivitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap dan fauna tanah lainnya. Lubanglubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah.

Lubang Resapan Biopori adalah lubang silindris yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 cm dan kedalaman sekitar 100 cm, atau dalam kasus tanah dengan permukaan air tanah dangkal, tidak sampai melebihi muka air tanah, lubang diisi dengan sampah organik untuk memicu terbentuknya Biopori.

Pembuatan lubang biopori merupakan teknologi ramah lingkungan dan murah. Modal utama adalah kemauan dan kesadaran manusia itu sendiri dalam upaya penyelamatan lingkungan hidup dari ketersediaan air dan pencemaran lingkungan akibat sampah. Semua orang dapat memanfaatkan

dimana teknologi ini dengan memanfaatkan air hujan, karena curah hujan adaa-mana. Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Sehingga perlu ditanamn kesadaran pentingnya ketersediaan air tanah yang merupakan sumber penghidupan makhluk hidup, termasuk manusia, tanaman dan binatang.

Menurut Nelistya A (2008: 3-5), Pembuatan lubang resapan biopori mempunyai beberapa tujuan dan kegunaan. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mencegah banjir

Banjir sendiri telah menjadi bencana yang merugikan bagi masyarakat di banyak wilayah di Indonesia. Keberadaan lubang biopori dapat menjadi jawaban dari masalah tersebut. Bayangkan bila setiap rumah, kantor atau tiap bangunan di Jakarta memiliki biopori berarti jumlah air yang segera masuk ke tanah tentu banyak pula dan dapat mencegah terjadinya banjir.

2. Meningkatkan cadangan air tanah

Dengan membuat lubang biopori yang cukup banyak, terutama pada wilayah dengan kemiringan sedikit curam sampai dengan sangat curam atau pada tanah yang sudah mengalami pemadatan (compaction), maka volume air yang masuk ke dalam tanah pun semakin meningkat jumlahnya. Atau dengan kata lain terbuangnya air ke sungai atau laut dengan percuma telah kita cegah.

3. Tempat pembuangan sampah organik

Banyaknya sampah yang bertumpuk juga telah menjadi masalah tersendiri di wilayah perkotaan atau pun pedesaan. Selain itu, dapat pula membantu mengurangi masalah ini dengan memisahkan sampah rumah tangga menjadi sampah organik dan non organik. Tentu saja yang dimasukkan ke dalam lubang biopori adalah hanya sampah organik.

4. Menyuburkan tanaman

Sampah organik yang dibuang dilubang biopori menjadi sumber makanan untuk organisme yang ada dalam tanah. Sebaliknya organisme-organisme tersebut dapat mengubah sampah menjadi kompos yang merupakan pupuk bagi tumbuhan di sekitarnya.

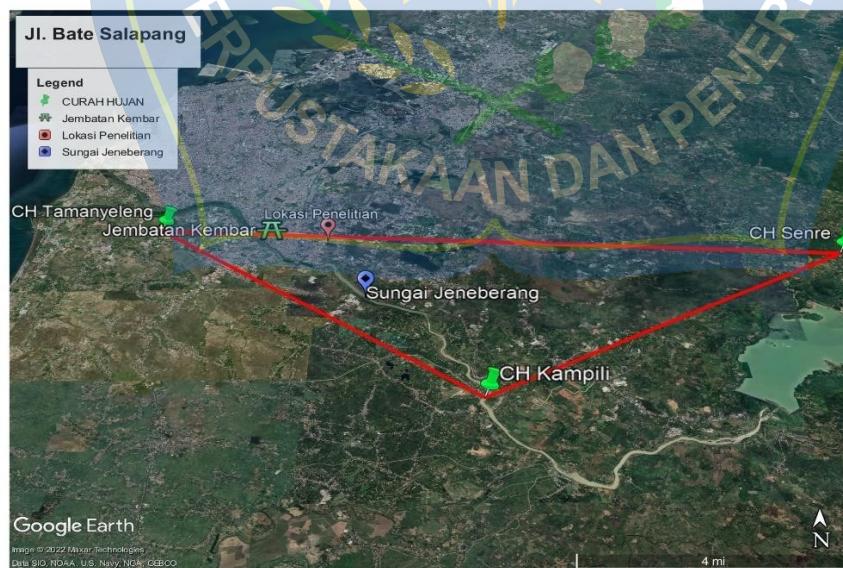
5. Meningkatkan kualitas air tanah

Organisme dalam tanah mampu membuat sampah dan mineral-mineral yang kemudian dapat larut dalam air. Hasilnya air tanah menjadi berkualitas karena mengandung mineral.

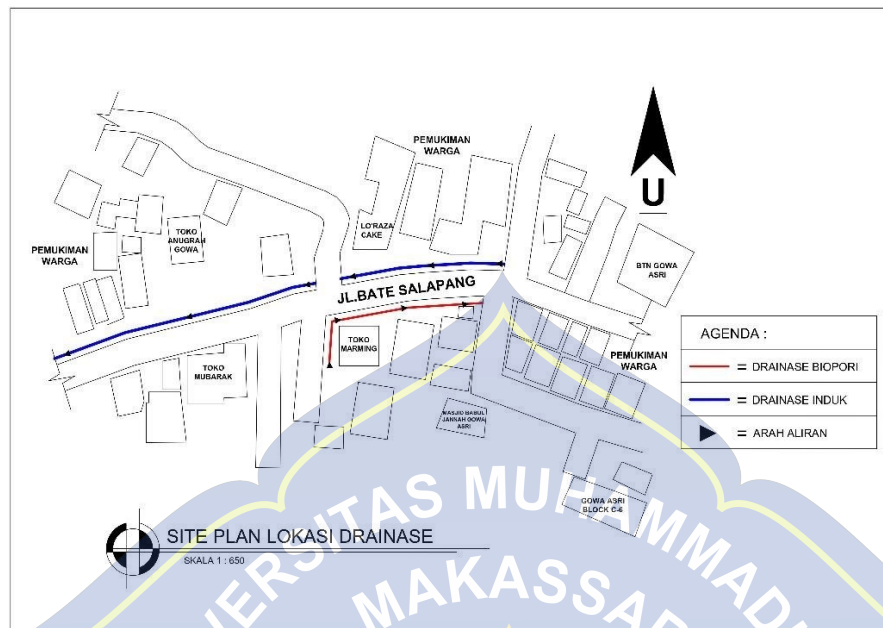
BAB III MET ODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan dilaksanakan pada drainase sepanjang 31 meter di Jalan Bate' Salapang, Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis kabupaten Gowa terletak pada koordinat 50 33' 6'' sampai 50 34' 7'' Lintang selatan dan 120 38' 6'' sampai 120 33' 6'' bujur timur. Berbatasan dengan kota Makassar dan kabupaten Maros sebelah utara, Kabupaten Takalar dan Jeneponto sebelah selatan, kabupaten sinjai, Kabupaten Bulukumba dan Bantaeng disebelah timur, dan perbatasan dengan kota Makassar dan Takalar seblah timur. Kabupaten Gowa memiliki luas wilayah 1.883,33 km² 3,01% dari luas wilayah Sulawesi Selatan yang terbagi menjadi 18 kecamatan dengan 167 Desa / Kelurahan serta 726 Dusun atau Lingkungan.



Gambar 5 Peta stasiun curah hujan



Gambar 6 Site plan lokasi penelitian

B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Berdasarkan sifat-sifat masalah metode penelitian yang kami lakukan yaitu:

a) Penelitian Kasus/Lapangan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari, menganalisis dan memahami secara intensif latar belakang keadaan sekarang dan lingkungan suatu objek penelitian

b) Penelitian Kasual – Komparatif

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab - akibat, tapi tidak dengan jalan eksperimen tetapi dilakukan dengan pengamatan terhadap data faktor yang diduga menjadi penyebab sebagai pembanding.

2. Sumber Data

Adapun sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Data Primer, yaitu data yang berhubungan dengan bentuk, konstruksi saluran, dan arah saluran yang ditinjau
- b) Data Sekunder, yaitu data curah hujan selama 10 tahun terakhir dengan menggunakan data station curah hujan Tamanyeleng, Kampili, Senre. Pengumpulan data dilakukan dengan mengunjungi instansi terkait, kemudian mengumpulkan laporan-laporan dan referensi lain.

Beberapa metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a) Observasi, berfungsi untuk pencarian data dengan mengidentifikasi data melalui pengukuran serta pengambilan data secara langsung ke lapangan. Kegiatan observasi dilakukan secara sistematis untuk menjajaki masalah dalam penelitian serta bersifat eksplorasi. (S. Nasution, *Metode Research* (Jakarta : Bumi Aksara, 2009) hal. 106.)
- b) Wawancara atau interview adalah suatu bentuk komunikasi verbal semacam percakapan yang bertujuan memperoleh informasi (S. Nasution, 2009:113). Wawancara dengan masyarakat setempat untuk memperoleh data yang bersifat fisik dan non fisik yang bersifat historical yang dialami masyarakat. Pengumpulan data sekunder dengan

mengambil data-data yang sifatnya dokumen, literatur pada dinas terkait atau buku buku yang mampu mendukung penelitian.

C. Teknik Analisis Data

1) Analisis Hidrologi

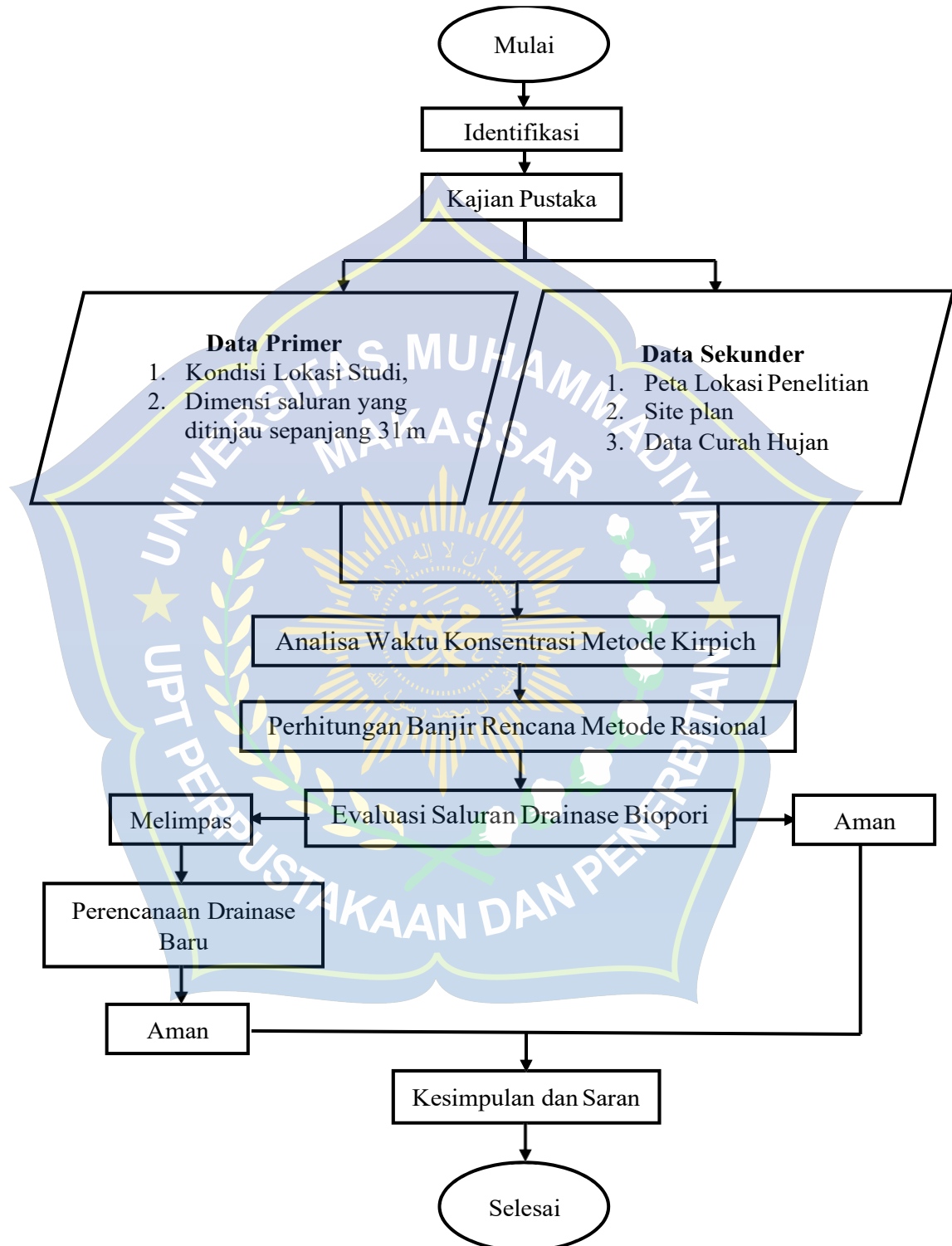
- a) Analisa waktu konsentrasi (t_c) dengan menggunakan metode Kirpich
- b) Analisa intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe
- c) Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan metode Rasional

2) Analisa Hidrolika

- a) Dimensi Saluran Drainase
- b) Kapasitas maksimum drainase
- c) Evaluasi kinerja drainase biopori



D. Flowchart



Gambar 7 Flow Chart

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data Hidrologi

a. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu yang ditinjau pada daerah pengaliran. Untuk dapat menghitung insentitas curah hujan diperlukan waktu konsentrasi sungai atau saluran, pada penelitian ini waktu konsentrasi yang digunakan adalah waktu konsentrasi menurut kirpich:

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{0,383}$$

Dimana panjang sungai (L)= 22,21 km, kemiringan dasar sungai (S) = 0,07.

Jadi hasil perhitungan untuk waktu konsentrasi yaitu sebagai berikut:

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{0,383}$$

$$T_c = 0,0195 \times 22,21^{0,77} \times 0,07^{0,383}$$

$$T_c = 0,0195 \times 10,29 \times 2,77$$

$$T_c = 0,59 \text{ jam.}$$

Jadi waktu konsentrasi (tc) sungai atau saluran pada penelitian ini adalah 0,59 jam.

b. Menghitung Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan rata-rata selama waktu konsentrasi untuk periode ulang tertentu. Lamanya waktu konsentrasi dan periode ulang sangat mempengaruhi besarnya intensitas curah hujan

tersebut. Intensitas curah hujan juga diperlukan dalam menghitung debit banjir rencana. Adapun rumus yang digunakan adalah rumus mononobe yaitu:

$$I = \frac{R^{24} \cdot 24}{2/3}$$

Jadi untuk perhitungan intensitas hujan kala ulang 5 tahun dapat dihitung sebagai berikut:

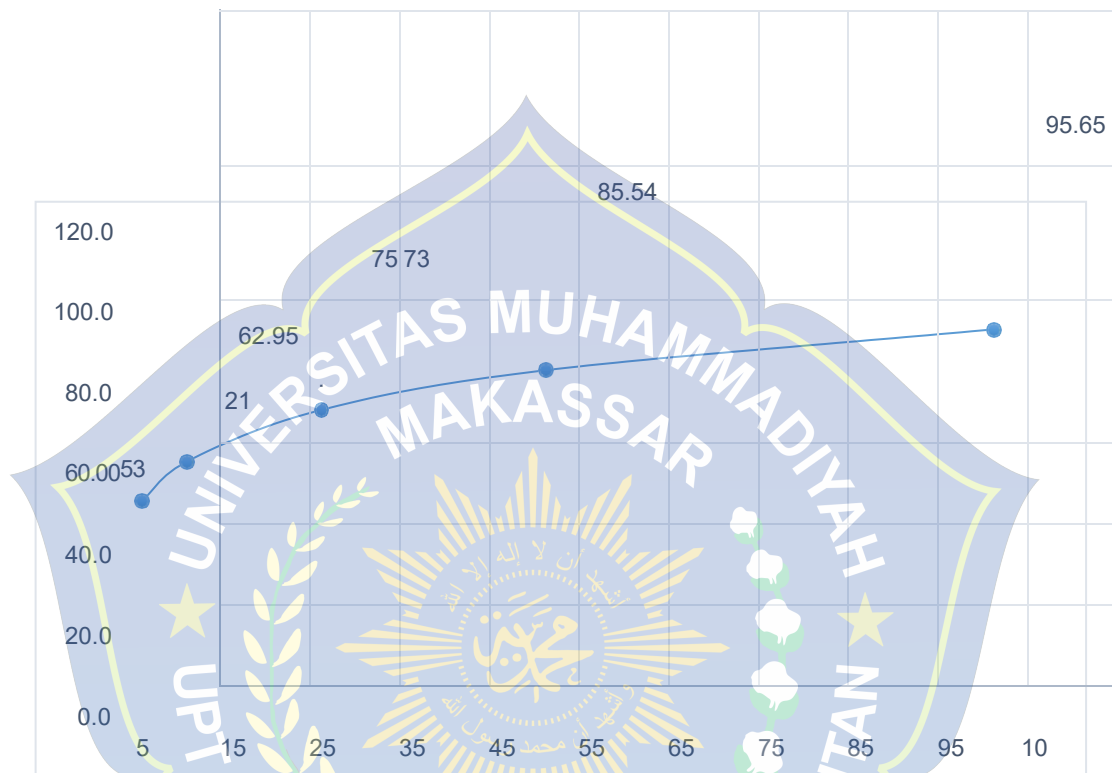
$$I = \frac{10663 \left(\frac{24}{240.59} \right)^{2/3}}$$

$$I = 53,21 \text{ mm/jam}$$

Untuk hasil perhitungan intensitas hujan selanjutnya akan disajikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1 hasil perhitungan intensitas hujan

Waktu (t)	Xt (mm)	I (mm/jam)
5	106.63	53.21
10	126.17	62.95
25	151.77	75.73
50	171.43	85.54
100	191.71	95.65



Gambar 8 Grafik intensitas curah hujan kala ulang tahunan

Dari tabel 1 dan juga gambar 8 dapat dilihat bahwa besarnya intensitas curah hujan untuk kala ulang 5 tahun sebesar 53,21 mm/jam, kala ulang 10 tahun sebesar 62,95 mm/jam, kala ulang 25 tahun sebesar 75,73 mm/jam, kala ulang 50 tahun sebesar 85,54 mm/jam, dan untuk kala ulang 100 tahun intensitas curah hujannya sebesar 95,65 mm/jam.

c. Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana pada penelitian ini menggunakan rumus metode rasional yaitu:

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

$$\text{Maka, } Q_5 = 0,278 \times 0,04 \times 53,21 \times 1,43$$

$$Q_5 = 0,85 \text{ m}^3/\text{dtk.}$$

Hasil perhitungan debit banjir rencana untuk kala ulang tahunan selanjutnya disajikan pada tabel 2 berikut:



Tabel 2 Perhitungan debit banjir rencana

No	Periode Ulang	I (mm/jam)	C	Q (m ³ /dtk)
1	5	53.21	0.04	0.85
2	10	62.95	0.04	1.00
3	25	75.73	0.04	1.20
4	50	85.54	0.04	1.36
5	100	95.65	0.04	1.52

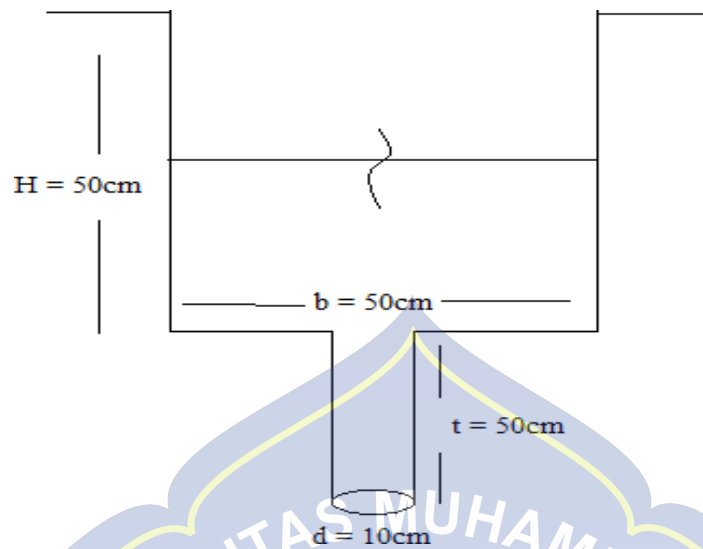
Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa besarnya debit banjir rencana untuk kala ulang 5 tahun sebesar 0,85 m³/dtk, kala ulang 10 tahun sebesar 1,00 m³/dtk, kala ulang 25 tahun sebesar 1,2 m³/dtk, kala ulang 50 tahun sebesar 1,36 m³/dtk, dan untuk kala ulang 100 tahun sebesar 1,52 m³/dtk.

B. Analisa Data Hidrolika

Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis saluran drainase yang direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisis ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran dan perencanaan saluran.

a) Evaluasi Saluran Drainase Biopori

Berdasarkan kondisi dimensi saluran drainase biopori yang ditinjau di jalan Bate Salapang, maka dapat dilihat pada gambar 10 berikut:



Gambar 9 Kondisi dimensi drainase biopori

Untuk perhitungan kapasitas maksimum saluran biopori yang ditinjau di jalan Bate Salapang adalah sebagai berikut:

Diketahui dimensi saluran biopori yaitu lebar dasar saluran (B) = 0.5 m, tinggi saluran (H) = 0.5 m, tinggi muka air (h) = 0.23 m, tinggi biopori (t) = 0.5 m, dan diameter Biopori = 0.1 m. Untuk menghitung kapasitas maksimum saluran, maka rumus yang digunakan yaitu $Q = A \times V$

Jadi untuk mendapatkan nilai luas penampang saluran (A) maka digunakan rumus:

$$A = B \times h$$

$$A = 0,5 \times 0,23$$

$$A = 0,115 \text{ m}$$

Untuk mendapatkan nilai keliling basah saluran (P) maka digunakan

rumus :

$$P = B + 2h$$

$$P = 0,5 + 2(0,23)$$

$$P = 0,96 \text{ m}$$

Untuk mendapatkann nilai jari-jari hidrolis (R) maka digunakan

rumus :

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

$$R = \frac{0,115}{0,96}$$

$$R = 0,12 \text{ m}$$

Untuk menentukan nilai kecepatan aliran pada saluran maka

digunakan rumus :

$$V = \frac{1}{0,014} \times 0,12^{0,67} \times 0,03^{0,5}$$

$$V = 71,43 \times 0,242 \times 0,173$$

$$V = 3,0 \text{ m/s}$$

Jadi untuk mendapatkan nilai kapasitas maksimum saluran maka

dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,115 \times 3,0$$

$$Q = 0,34 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Untuk perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas maksimum

drainase tanpa adanya biopori dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 perbandingan debit banjir dengan kapasitas drainase tanpa biopori

No	Periode ulang (Tahun)	$Q_{Rencana}$ (m^3/dtk)	Kapasitas Saluran (m^3/dtk)	Perbandingan	Ket
1	5	0,85	0,34	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
2	10	1,00	0,34	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
3	25	1,20	0,34	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
4	50	1,36	0,34	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
5	100	1,52	0,34	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman

Dari tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa drainase sebelum adanya biopori belum mampu menampung besarnya debit banjir rencana yang terjadi.

Untuk mendapatkan nilai volume lubang biopori maka digunakan rumus :

$$V = \pi \times d \times t$$

Dengan π (π) = 3.14, diameter (d) = 0.1 m, tinggi (t) = 0.5 m $V = \pi \times d \times t$

$$V = 3.14 \times 0.1 \times 0.5$$

$$V = 0.157 \text{ m}^3$$

Untuk mendapatkan debit tampungan setiap lubang biopori digunakan persamaan berikut :

$$Q_t = V_t$$

Dengan volume biopori (V) = 0,157 m³ waktu pengamatan (T) = 120 detik

Penyelesaian:

$$Q_t = \frac{0,157}{120}$$

120



$$Q_t = 0.0013 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi total debit yang mampu ditampung oleh lubang resapan biopori di sepanjang saluran dapat dihitung dengan:

$$Q_{LRB} = Q_t \times \text{Jumlah biopori} \quad Q_{LRB} = 0.0013 \times 30$$

$$Q_{LRB} = 0.04 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi total debit yang mampu ditampung saluran drainase biopori dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_{\text{Saluran} + \text{Biopori}} = Q_c + Q_{LRB} \quad Q_{\text{Saluran} + \text{Biopori}} = 0,34 + 0,04 \quad Q_{\text{Saluran} + \text{Biopori}} = 0,38 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

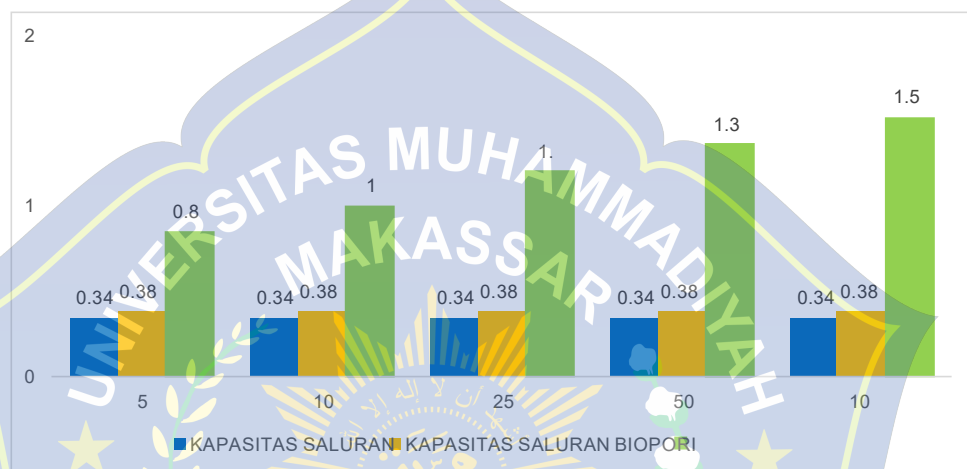
Untuk perbandingan kapasitas drainase biopori dengan debit banjir rencana disajikan dalam tabel 4 berikut:

Tabel 4 Perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas saluran biopori

No	Periode ulang (Tahun)	Q_{Rencana} (m^3/dtk)	Kapasitas Saluran Biopori (m^3/dtk)	Perbandingan	Ket
1	5	0,85	0,38	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
2	10	1,00	0,38	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
3	25	1,20	0,38	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
4	50	1,36	0,38	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman
5	100	1,52	0,38	$Q_r > Q_s$	Tidak Aman

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa kapasitas maksimum drainase yang dilengkapi dengan biopori juga belum mampu menampung besarnya debit banjir rencana yang terjadi.

Untuk perbandingan efektifitas saluran lama dengan saluran baru yang dilengkapi dengan biopori dapat dilihat pada gambar 10 berikut :



Gambar 10 grafik perbandingan saluran lama dan saluran biopori

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa ada ada perubahan kapasitas tampungan drainase sebesar 0,04 m³/dtk setelah adanya biopori. Namun hal tersebut belum mampu menampung besarnya debit banjir yang terjadi selama kala ulang tahunan.

b) Perencanaan Drainase Baru

Berhubung karena kapasitas maksimum drainase biopori tidak lagi mampu menampung besarnya debit banjir rencana yang terjadi, maka kami melakukan perencanaan ulang drainase yang mampu menampung besarnya debit rencana yang terjadi.

Untuk perencanaan saluran persegi, penampang saluran paling ekonomis apabila lebar dasar saluran dua kali kedalaman air ($B=2h$) atau jari-jari hidrolisnya setengah dari kedalaman air ($R=h/2$). Berikut perhitungan untuk perencanaan drainase yang mampu menampung debit rencana diatas:

➤ Perhitungan Kedalaman air :

Untuk mendapatkan nilai kedalaman air (h) maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$h = \frac{2^{2/3} \times Q \times n}{(2 \times S^{1/2})^{3/8}}$$

$$h = \frac{2^{2/3} \times 1,00 \times 0.014}{(2 \times 0.03^{1/2})^{3/8}}$$

$$h = \frac{0,02}{0,35^{3/8}}$$

$$h = 0,34 \text{ m}$$

➤ Perhitungan tinggi jagaan :

Untuk mendapatkan nilai dari tinggi jagaan (W) maka digunakan persamaan berikut:

$$W = \sqrt{0.5 \times h}$$

$$W = \sqrt{0.5 \times 0,34} \quad W = 0,24 \text{ m}$$

➤ Perhitungan tinggi saluran

Untuk mendapatkan nilai dari tinggi saluran (H) maka persamaan yang digunakan yaitu:

$$H = h + W$$

$$H = 0,34 + 0,24$$

$$H = 0,58 \text{ m}$$

➤ Perhitungan lebar dasar saluran

Untuk mendapatkan nilai dari lebar dasar saluran (B) maka persamaan yang digunakan yaitu:

$$B = 2 \times H$$

$$B = 2 \times 0,58$$

$$B = 1,16 \text{ m}$$

➤ Perhitungan keliling basah

Untuk mendapatkan nilai keliling basah saluran (P) maka digunakan rumus

$$: P = B + 2(h)$$

$$P = 1,16 + 2 (0,34)$$

$$P = 1,84 \text{ m}$$

➤ Perhitungan luas penampang

Untuk mendapatkan nilai luas penampang saluran (A) maka digunakan rumus:

$$A = B \times h$$

$$A = 1,16 \times 0,34$$

$$A = 0,39 \text{ m}^2$$

➤ Perhitungan jari-jari hidrolis

Untuk mendapatkann nilai jari-jari hidrolis (R) maka digunakan rumus :

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

$$R = \frac{0,39}{1,84}$$

$$R = 0,21 \text{ m}$$

➤ Perhitungan kecepatan aliran

Untuk menentukan nilai kecepatan aliran pada saluran maka digunakan rumus :

$$V = \frac{1}{0,014} \times 0,21^{0,67} \times 0,03^{0,5}$$

$$V = 66,67 \times 0,35 \times 0,17$$

$$V = 4,06 \text{ m/s}$$

➤ Perhitungan kapasitas saluran

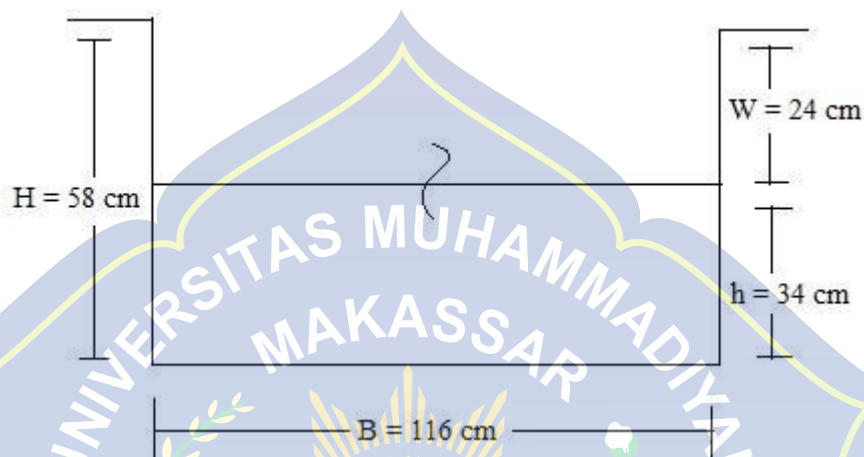
Jadi untuk mendapatkan nilai kapasitas maksimum saluran maka dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,39 \times 4,06$$

$$Q = 1,58 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Untuk hasil perhitungan dimensi saluran baru dapat dilihat pada gambar 11 berikut:



Gambar 11 Dimensi saluran baru

Dari gambar 11 diatas dapat disimpulkan bahwa dimensi saluran yang mampu menampung besarnya debit rencana untuk kala ulang 100 tahun itu dimana tinggi saluran (H) sebesar 58 cm, lebar dasar saluran (B) sebesar 116 cm, tinggi muka air (h) sebesar 34 cm, dan tinggi jagaan sebesar 24 cm

Untuk perbandingan debit banjir rencana kala ulang tahunan dengan kapasitas tampungan drainase baru dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5 Perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas saluran baru

No	Periode Ulang (Tahun)	$Q_{Rencana}$ (m ³ /dtk)	Kapasitas Saluran (m ³ /dtk)	Perbandingan	Ket.
1	5	0,85	1,58	$Q_r < Q_s$	Aman
2	10	1,00	1,58	$Q_r < Q_s$	Aman
3	25	1,20	1,58	$Q_r < Q_s$	Aman
4	50	1,36	1,58	$Q_r < Q_s$	Aman
5	100	1,52	1,58	$Q_r < Q_s$	Aman

Dari tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa kapasitas tampungan untuk saluran yang baru saja direncanakan itu sebesar 1,58 m³/dtk sehingga saluran ini dinyatakan aman dan mampu menampung debit rencana, dimana

besarnya debit rencana untuk kala ulang 5 tahun sebesar $0,85 \text{ m}^3/\text{dtk}$, kala ulang 10 tahun $1,00 \text{ m}^3/\text{dtk}$, kala ulang 25 tahun $1,20 \text{ m}^3/\text{dtk}$, kala ulang 50 tahun $1,26 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dan untuk kala ulang 100 tahun sebesar $1,52 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

Untuk perbandingan kapasitas maksimum drainase baru dengan drainase biopori dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6 Perbandingan kapasitas maksimum drainase

No	Periode ulang (Tahun)	Q_{Rencana} (m^3/dtk)	Kapasitas Saluran Baru (m^3/dtk)	Kapasitas Saluran + Biopori (m^3/dtk)
1	5	0,85	1,58	0,38
2	10	1,00	1,58	0,38
3	25	1,20	1,58	0,38
4	50	1,36	1,58	0,38
5	100	1,52	1,58	0,38

Dari tabel 6 diatas dapat dilihat bahwa kapasitas tampungan saluran biopori hanya sebesar $0,38 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan belum mampu menampung debit rencana yang terjadi. Sedangkan besarnya kapasitas tampungan untuk saluran yang baru direncanakan itu sebesar $1,58 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan ini sudah mampu menampung debit rencana yang terjadi selama kala ulang tahunan.

Untuk perbandingan dimensi antara saluran baru dengan saluran yang lama akan disajikan pada tabel 7 berikut

Tabel 7 Perbandingan dimensi saluran

	Saluran Baru	Saluran Lama
Lebar Dasar (B)	1,16 m	0,5 m
Tinggi Saluran (H)	0,58 m	0,5 m
Kedalaman Air (h)	0,34 m	0,23 m
Luas Penampang Basah (A)	0,39 m ²	0,115 m ²
Jari-Jari Hidrolis (R)	0,21 m	0,12 m
Keliling Basah (P)	1,84 m	0,96 m
Kecepatan Aliran (V)	4,06 m/s	3,0 m/s

Dari tabel 7 dapat dilihat bahwa ada perbandingan dimensi yang cukup signifikan antara saluran lama dengan saluran baru, dimana lebar dasar saluran baru (B) adalah 1,16 m sedangkan saluran lama 0,5 m, tinggi saluran baru (H) adalah 0,58 m sedangkan saluran lama sebesar 0,5 m, kedalaman air (h) untuk saluran baru adalah 0,34 m sedangkan saluran lama 0,23 m, luas penampang basah (A) untuk saluran baru sebesar 0,39 m² sedangkan untuk saluran lama sebesar 0,115 m², jari-jari hidrolis (R) untuk saluran baru sebesar 0,21 m sedangkan untuk saluran lama 0,12 m, keliling basah (P) untuk saluran baru sebesar 1,84 m dan untuk saluran lama 0,96 m, dan untuk kecepatan aliran (V) saluran baru adalah 4,06 m/s sedangkan untuk saluran lama 3,0 m/s.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah kami lakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah :

- 1) Besarnya kapasitas maksimum drainase eksisting yang ada di jalan Bate Salapang yaitu $0,38 \text{ m}^3/\text{dtk}$ sehingga besarnya volume limpasan yang terjadi setelah diteliti sebesar $0,51 \text{ m}^3/\text{dtk}$ pada kala ulang 5 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa drainase eksisting tidak lagi mampu menampung debit limpasan yang terjadi.
- 2) Untuk mengantisipasi hal tersebut maka dilakukan perencanaan ulang dengan dimensi tinggi saluran (H) sebesar 0,58 m, lebar dasar saluran (B) sebesar 1,16 m, tinggi muka air (h) sebesar 0,34 m, tinggi jagaan (W) sebesar 0,24 m, luas penampang basah (A) $0,39 \text{ m}^2$, Jari-jari hidrolis (R) 0,21 m, keliling basah (P) 1,84 m, dan kecepatan aliran (V) sebesar 4,06 m/s. Sehingga dengan demikian dapat menampung debit limpasan sebesar $0,51 \text{ m}^3/\text{dtk}$ tersebut.

B. Saran

Dari pengamatan dari penelitian ini, penulis memberikan saran untuk penelitian selanjutnya diantaranya :

- 1) Perlu diadakannya perencanaan ulang drainase karena drainase yang sudah ada di Jalan Bate Salapang sudah tidak mampu lagi menampung debit banjir rencana yang terjadi.
- 2) Untuk mengatasi debit limpasan yang terjadi di Jalan Bate Salapang diperlukan dimensi biopori yang lebih besar dan dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan biopori yang ada sekarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triadmojo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Brata, R. (2008). *lubang resapan biopori modifikasi*. jakarta :penebal swadaya.
- Griya. *Mengenal Dan Memanfaatkan Lubang Biopori*, Bogor (2008)
- Herf, Jhon. (2008). *Biopori Sebagai Peresapan Air Yang Mengatasi Banjir Dan Sampah*
- Hisbulloh, (1995) *Hidrologi Untuk Pengairan, Jakarta: Pradnya Paramita*
- Indardi, H. 2009. *analisis pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap kapasitas saluran drainase dikota malang* . Skripsi., Universitas Brawijaya malang.
- Irawan, T. S., (2008). *Kajian kelayakan Ekonomi rencana pembangunan embung Waigeo di kabupaten raja empat provinsi irian jaya Barat*. Tesis. Insitut teknologi bandung.
- Jr Dan Paulhus, (1986) *Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi*. Bandung: Nova, 1986
- Kamiana, I. M., 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- M. Aslan Dr.M.M. *Irigasi Dan Bangunan Air*, Univ.Gunadarma, Jakarta
- Soedibyo, *Teknik Bendungan*. Pradnya Paramita. Jakarta.2003
- Nelistya A, 2008. *Lubang Resapan Biopori*. Niaga Swadaya: Jakarta

- Qurniawan, A.Y.,(2009). *Perencanaan sistem drainase perumahan josroyo permai RW 11 Kecamatan jaten kabupaten karanganyar. Tugas akhir D3 Infastruktur perkotaan. Universitas sebelas. maret. Surakarta.*
- R, Kamir Dkk. (2009). *Lubang Resapan Biopori Untuk Mitigasi Banjir, Kekeringan Dan Perbaikan.Prosiding Seminar Lubang Biopori (Lbr) Dapat Mengurangi Bahaya Banjir Di Gedung Bppt2009. Jakarta*
- Suripin (2004) *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*
- Swandy, I., (2020). *Evaluasi dimensi saluran drainase pada kawasan kelurahan tanah enam ratus kecamatan medan marelan kota medan. tugas akhir.*
- Setiawan, D.,(2016). *Perencanaan sumur resapan dan lubang resapan Biopori sebagai Alternativ penanggulangan banjir Di MAN 1 Sumbawa besar.*
- Sinaga, R. M.,(2016). *Analisis sistem saluran Drainase pada jalan Perjuangan medan.*
- Tim Ipb.(2007). *Biopori Teknologi Tepat Guna Ramah Lingkungan-Alat Dan Pemesanan Alat.*
- Ubaidillah,(2012). *Studi sistem drainase kali tutup barat kabupaten gresis Konservasi Untuk pembangunan genangan.*
- Wesli (2008) *Drainase Perkotaan. Yogyakarta: Graha Ilmu.*
- Yoga, P. dan Widya P.S. (2022) *Pengaruh variasi diameter lubang terhadap laju infiltrasi pada saluran drainase berpori. Skripsi.*
- Yusuf, M., (2009). *Solusi banjir dengan membuat biopori*



Tabel Luas Area Keseluruhan

N0	Stasiun Hujan	Luas (Km2)	Koefisien Thiessen
1	SENRE	123.00	0.38
2	KAMPILI	107.00	0.33
3	TAMANNYELENG	92.00	0.29
JUMLAH TOTAL		322	

Tabel Curah Hujan Max Stasiun Senre

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Data diurutkan
1	2010	123	237
2	2011	90	203
3	2012	118	193
4	2013	203	169
5	2014	115	160
6	2015	169	123
7	2016	114	118
8	2017	160	115
9	2018	193	114
10	2019	237	90
Rata-rata		152.2	

Tabel Curah Hujan Max Stasiun Kampili

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Data diurutkan
1	2010	117	163
2	2011	91	160
3	2012	150	159
4	2013	142	155
5	2014	100	150
6	2015	140	142
7	2016	155	140
8	2017	160	117
9	2018	159	100
10	2019	163	91
Rata-rata		137.7	

Tabel Curah Hujan Max Stasiun Tamannyeleng

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Data diurutkan
1	2010	95	150
2	2011	136	136
3	2012	150	134
4	2013	124	124
5	2014	115	115
6	2015	108	108
7	2016	72	106
8	2017	134	105
9	2018	106	95
10	2019	105	72
Rata-Rata		114.5	

Tabel Rata-Rata Pholygon Thiessen

NO.	TAHUN	TANGGAL	STASIUN			RATA-RATA THIESSEN
			SENRE	KAMPILI	TAMANNYELENG	
1	2010	13 JANUARI	123	31	58	57.34
		06 JANUARI	53	117	75	59.19
		15 MEI	13	0	95	5.05
2	2011	24 MARET	90	0	0	34.38
		26 OKTOBER	67	91	2	55.83
		16 DESEMBER	22	60	136	28.46
3	2012	08 JANUARI	118	0	27	45.10
		20 JANUARI	0	150	31	49.87
		16 FEBRUARI	0	0	150	0.13
4	2013	02 JANUARI	203	119	45	117.13
		01 JANUARI	0	142	20	47.20
		22 DESEMBER	16	124	124	47.43
5	2014	07 DESEMBER	115	41	14	57.57
		01 APRIL	0	100	0	33.23
		24 JANUARI	21	2	115	8.79
6	2015	18 DESEMBER	169	140	21	111.10
		18 DESEMBER	169	140	21	111.10
		29 DESEMBER	6	0	108	2.39
7	2016	12 FEBRUARI	114	0	45	43.59
		25 SEPT	45	155	0	68.70
		21 OKT	75	0	72	28.71
8	2017	21 DESEMBER	160	86	134	89.81
		05 JANUARI	8	160	16	56.24
		21 DESEMBER	160	86	134	89.81
9	2018	07 FEBRUARI	193	63	106	94.75
		08 FEBRUARI	31	159	52	64.72
		7 FEBRUARI	193	63	106	94.75
10	2019	21 JANUARI	237	136	13	135.74
		22 JANUARI	110	163	0	96.18
		27 DESEMBER	0	13	105	4.41

Tabel Rata-Rata Curah Hujan Max 3 Stasi

NO.	TAHUN	TANGGAL	MAX
1	2010	13 JANUARI	59.19
		06 JANUARI	
		15 MEI	
2	2011	24 MARET	55.83
		26 OKTOBER	
		16 DESEMBER	
3	2012	08 JANUARI	49.87
		20 JANUARI	
		16 FEBRUARI	
4	2013	02 JANUARI	117.13
		01 JANUARI	
		22 DESEMBER	
5	2014	07 DESEMBER	57.57
		01 APRIL	
		24 JANUARI	
6	2015	18 DESEMBER	111.10
		18 DESEMBER	
		29 DESEMBER	
7	2016	12 FEBRUARI	68.70
		25 SEPT	
		21 OKT	
8	2017	21 DESEMBER	89.81
		05 JANUARI	
		21 DESEMBER	
9	2018	07 FEBRUARI	94.75
		08 FEBRUARI	
		7 FEBRUARI	
10	2019	21 JANUARI	135.74
		22 JANUARI	
		27 DESEMBER	

Tabel Curah Hujan Max dari terbesar ke terkecil

No	Tahun	Curah Hujan (X) (mm)	Terbesar ke terkecil
1	2010	59.19	135.74
2	2011	55.83	117.13
3	2012	49.89	111.10
4	2013	117.13	94.75
5	2014	57.57	89.81
6	2015	111.10	68.70
7	2016	68.70	59.19
8	2017	89.81	57.57
9	2018	94.75	55.83
10	2019	135.74	49.89

Tabel Parameter uji distribusi statistik

No	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Xi-Xt	(Xi-Xt) ²	(Xi-Xt) ³	(Xi-Xt) ⁴
1	2010	135.74	52	2680.06	138744.85	7182723.87
2	2011	117.13	33	1099.54	36459.95	1208986.40
3	2012	111.10	27	736.00	19967.14	541694.41
4	2013	94.75	11	116.19	1252.48	13500.88
5	2014	89.81	6	34.10	199.11	1162.63
6	2015	68.70	-15	233.19	-3561.04	54379.57
7	2016	59.19	-25	614.08	-15217.41	377098.04
8	2017	57.57	-26	697.00	-18401.21	485804.76
9	2018	55.83	-28	791.90	-22284.59	627104.02
10	2019	49.89	-34	1161.70	-39594.99	1349543.65
Σ		839.71	0.00	8163.8	97564.3	11841998.2
Rata-Rata (Xt)		83.971				
Sx		30.118				
Cs		0.496				
Ck		0.286				
Cv		0.359				

Tabel Uji distribusi statistik dalam log

No	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Log Xi	Xi-Xt	(Xi-Xt)^2	(Xi-Xt)^3	(Xi-Xt)^4
1	2010	135.74	2.133	0.23	0.05456	0.012744	0.002977
2	2011	117.13	2.069	0.17	0.02874	0.004873	0.000826
3	2012	111.10	2.046	0.15	0.02149	0.003150	0.000462
4	2013	94.75	1.977	0.08	0.00600	0.000465	0.000036
5	2014	89.81	1.953	0.05	0.00294	0.000159	0.000009
6	2015	68.70	1.837	-0.06	0.00386	-0.000240	0.000015
7	2016	59.19	1.772	-0.13	0.01610	-0.002042	0.000259
8	2017	57.57	1.760	-0.14	0.01930	-0.002681	0.000373
9	2018	55.83	1.747	-0.15	0.02318	-0.003530	0.000537
10	2019	49.89	1.698	-0.20	0.04046	-0.008137	0.001637
Σ			18.991	0.00000	0.21663	0.00476	0.00713
Rata-Rata (Xrt)			1.899				
Sx			0.155				
Cs			0.177				
Ck			0.244				
Cv			0.082				

Tabel penentuan distribusi curah hujan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	$Cs = 0$	0.50	tidak memenuhi
		$Ck = 3$	0.29	
3	Gumbel	$Cs \leq 1,1396$	0.50	memenuhi
		$Ck \leq 5,4002$	0.29	
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv = 3$	1.12	tidak memenuhi
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 5,383$	5.32	
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel	0.18	memenuhi
			0.24	

Tabel metode Log Person type III

No	X_i	Log X_i	$(\log X_i - \log X)^2$	$(\log X_i - \log X)^3$
1	135.74	2.133	0.0546	0.0127
2	117.13	2.069	0.0287	0.0049
3	111.10	2.046	0.0215	0.0031
4	94.75	1.977	0.0060	0.0005
5	89.81	1.953	0.0029	0.0002
6	68.70	1.837	0.0039	-0.0002
7	59.19	1.772	0.0161	-0.0020
8	57.57	1.760	0.0193	-0.0027
9	55.83	1.747	0.0232	-0.0035
10	49.89	1.698	0.0405	-0.0081
Σ	839.71	18.99	0.217	0.0048
Rata - rata ($\log X$)			=	1.899
Jumlah data (n)			=	10
Standar Deviasi (S_x) / S Log X			=	0.155
Koefisien Kemencengan (C_s / G)			=	0.177

Tabel curah hujan kala ulang tahunan

No	Periode ulang	X_t (mm)
1	5	106.634
2	10	126.174
3	25	151.768
4	50	171.430
5	100	191.711

Tabel Pembagian

T	KT
5	0.830
2.5	0.165
1.67	-0.392
1.25	-0.850

Tabel perhitungan uji chi kuadra

T	KT	Log xrt	S Log X	Log XT	XT
5	0.830	1.90	0.16	2.028	106.634
2.5	0.165	1.90	0.16	1.925	84.09
1.67	-0.392	1.90	0.16	1.838	68.91
1.25	-0.850	1.90	0.16	1.767	58.51

Tabel log person III

	Kelas	Interval	Of	Ef	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
106.63	1	> 106,63	2	3	-1	0.33
84.09	2	84,09 - 106,63	2	2	0	0
68.91	3	68,91 - 84,09	2	0	2	2
58.51	4	58,51 - 68,91	2	2	0	0
	5	< 58,51	2	3	-1	0.33
	Total		10	10		2.67

Tabel perbandingan $X^2 < X^2_{cr}$

Distribusi Frekuensi	x2	Kode	x2cr	Keterangan
Log Person III	2.67	<	5.991	Diterima

Table Nilai Variabel Reduksi Gaus

N0	Kala Ulang	T (tahun)	Peluang K
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Sumber: Suripin (2004)

Table Recuded Standar Deviation (σ_n)

N	Σn	N	Σn	N	Σn	n	σn	n	Σn
10	0,9497	31	1,1159	52	1,1638	73	1,1881	94	1,2032
11	0,9676	32	1,1193	53	1,1653	74	1,1890	95	1,2038
12	0,9833	33	1,1226	54	1,1667	75	1,1898	96	1,2044
13	0,9972	34	1,1255	55	1,1681	76	1,1906	97	1,2049
14	1,0098	35	1,1285	56	1,1696	77	1,1915	98	1,2055
15	1,0206	36	1,1313	57	1,1708	78	1,1923	99	1,2060
16	1,0316	37	1,1339	58	1,1721	79	1,1930	100	1,2065
17	1,0411	38	1,1363	59	1,1734	80	1,1938		
18	1,0493	39	1,1388	60	1,1747	81	1,1945		
19	1,0566	40	1,1413	61	1,1759	82	1,1953		
20	1,0629	41	1,1436	62	1,1770	83	1,1959		
21	1,0696	42	1,1458	63	1,1782	84	1,1967		
22	1,0754	43	1,1480	64	1,1793	85	1,1973		
23	1,0811	44	1,1490	65	1,1803	86	1,1980		
24	1,0864	45	1,1518	66	1,1814	87	1,1987		
25	1,0914	46	1,1538	67	1,1824	88	1,1994		
26	1,0961	47	1,1557	68	1,1834	89	1,2001		
27	1,1004	48	1,1574	69	1,1844	90	1,2007		
28	1,1047	49	1,1590	70	1,1854	91	1,2013		

Sumber (Soemarto, Hidrologi Teknik, 1999).

Table Reduced Mean (Y_n)

N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n
10	0,4952	31	0,5371	52	0,5493	73	0,5555	94	0,5591
11	0,4996	32	0,538	53	0,5497	74	0,5557	95	0,5593
12	0,5035	33	0,5388	54	0,5501	75	0,5559	96	0,5595
13	0,507	34	0,5396	55	0,5504	76	0,5561	97	0,5596
14	0,51	35	0,5402	56	0,5508	77	0,5563	98	0,5598
15	0,5128	36	0,541	57	0,5511	78	0,5565	99	0,5599
16	0,5157	37	0,5418	58	0,5515	79	0,5567	100	0,56
17	0,5181	38	0,5424	59	0,5518	80	0,5569		
18	0,5202	39	0,543	60	0,5521	81	0,557		
19	0,522	40	0,5436	61	0,5524	82	0,5672		
20	0,5236	41	0,5442	62	0,5527	83	0,5574		
21	0,5252	42	0,5448	63	0,553	84	0,5576		
22	0,5268	43	0,5453	64	0,5533	85	0,5578		
23	0,5283	44	0,5458	65	0,5535	86	0,558		
24	0,5296	45	0,5463	66	0,5538	87	0,5581		
25	0,5309	46	0,5468	67	0,554	88	0,5583		
26	0,532	47	0,5473	68	0,5543	89	0,5585		
27	0,5332	48	0,5477	69	0,5545	90	0,5586		
28	0,5343	49	0,5481	70	0,5548	91	0,5587		
29	0,5353	50	0,5485	71	0,555	92	0,5589		
30	0,5362	51	0,5489	72	0,5552	93	0,5591		

Sumber: (Soemarto, Hidrologi Teknik, 1999)

Table Variabel Yt

Kala Ulang	Nilai Yt
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001
200	5.296
500	6.214
1000	6.919
5000	8.539

Sumber: (Soemarto, Hidrologi Teknik, 1999)

Table Nilai Interval Berulang Koefisien Kemencengan Positif Dalam Beberapa Tahun .

T (th)	1.0101	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs:P(%)	99	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	0.000	0.842	1.282	1.751	2.045	2.376	2.576	3.09
0.1	-2.252	0.017	0.836	1.297	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.2	-2.170	0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.38
0.3	-2.130	0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.4	-2.029	0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.947	3.67
0.5	-1.955	0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.606	3.041	3.815
0.6	-1.880	0.079	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.96
0.7	-1.806	0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.8	-1.733	0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.25
0.9	-1.660	0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
1.0	-1.588	0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.54
1.1	-1.518	0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575	

T (th)	1.0101	2	5	10	25	50	100	200	1000
1.2	-1.449	-.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.82
1.3	-1.383	-.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	
1.4	-1.318	-.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.11
1.5	-1.256	-.240	0.690	1.333	1.146	2.743	3.330	3.910	
1.6	-1.197	-.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.39
1.7	-1.140	-.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	
1.8	-0.087	-.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.66
1.9	-1.037	-.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223	
2	-0.990	-.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.91
2.1	-0.946	-.309	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372	
2.2	-0.905	-.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.2
2.3	-0.867	-.381	0.555	1.274	2.248	2.997	3.375	4.515	
2.4	-0.832	-.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	
2.5	-0.799	-.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.6
2.6	-0.769	-.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	
2.7	-0.740	-.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783	
2.8	-0.714	-.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.487	

Sumber : (Sri Harto, 1993)

Table Nilai Interval Berulang Koefisien Kemencengan Negative dalam beberapa Tahun

T (th)	1.0101	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs:P(%)	99	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0	-2.326	0.000	0.845	1.252	1.781	2.054	2.326	2.576	3.09
-0.1	-2.400	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	3.95
-0.2	-2.472	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.81
-0.3	-2.544	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	-2.615	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.54
-0.5	-2.686	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.4
-0.6	-2.755	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	-2.824	0.116	0.857	1.183	1.488	1.688	1.806	1.926	2.15

T (th)	1.0101	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs:P(%)	99	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
-0.8	-2.891	0.013	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	-2.957	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.91
-1.0	-3.022	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.8
-1.1	-3.087	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581	
-1.2	-3.419	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.3	-3.211	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424	
-1.4	-3.271	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.5	-3.330	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282	
-1.6	-3.388	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.28
-1.7	-3.444	0.268	0.808	0.970	1.057	1.116	1.140	1.155	
-1.8	-3.499	0.282	0.800	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.13
-1.9	-3.553	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044	
-2.0	-3.065	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1
-2.1	-3.656	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.94	
-2.2	-3.703	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.9	0.91
-2.3	-3.753	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869	
-2.4	-3.800	0.351	0.711	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833	
-2.5	-3.846	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-2.6	-3.889	0.368	0.699	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769	
-2.7	-3.932	0.367	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741	
-2.8	-3.973	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714	

Sumber : (Sri Harto, 1993)

Table Nilai Kritis untuk Uji Kecocokan Chi-Kuadrat

Dk	α Derajat Kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0000393	0.000157	0.000982	0.00393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860

Sumber : (Soewarno, 1991)

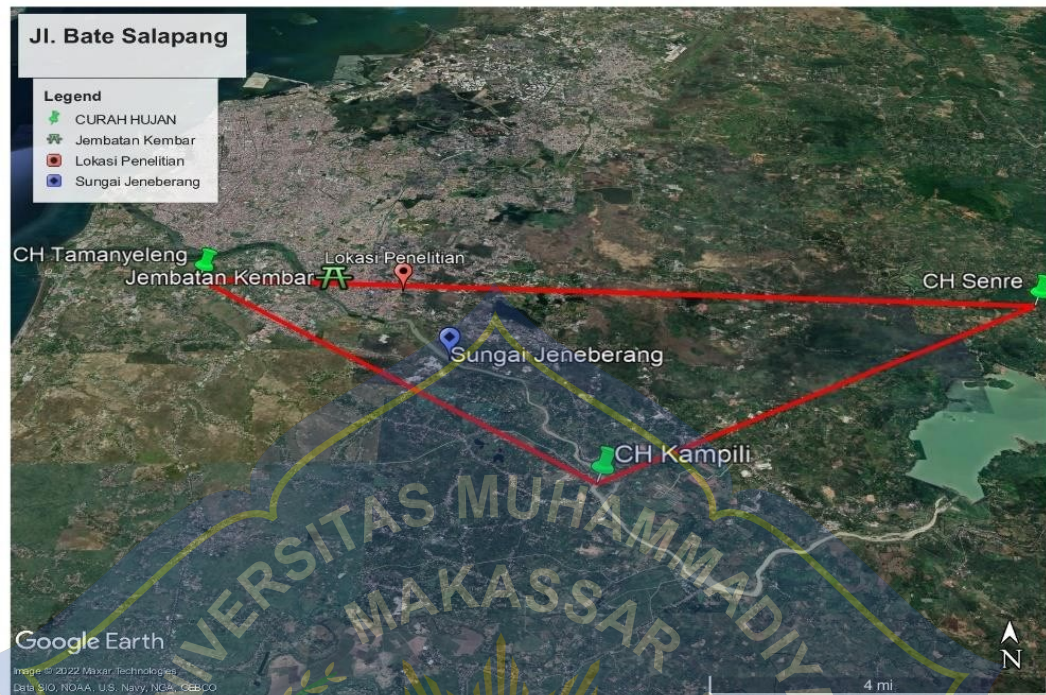
Table Koefisien Limpasan untu Metode Rasional

Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Limpasan C
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
rumah tunggal	0,30 – 0,50
multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
aspal dan beton	0,70 – 0,65
batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
Halaman, tanah berpasir	
datar 2 %	0,05 – 0,10

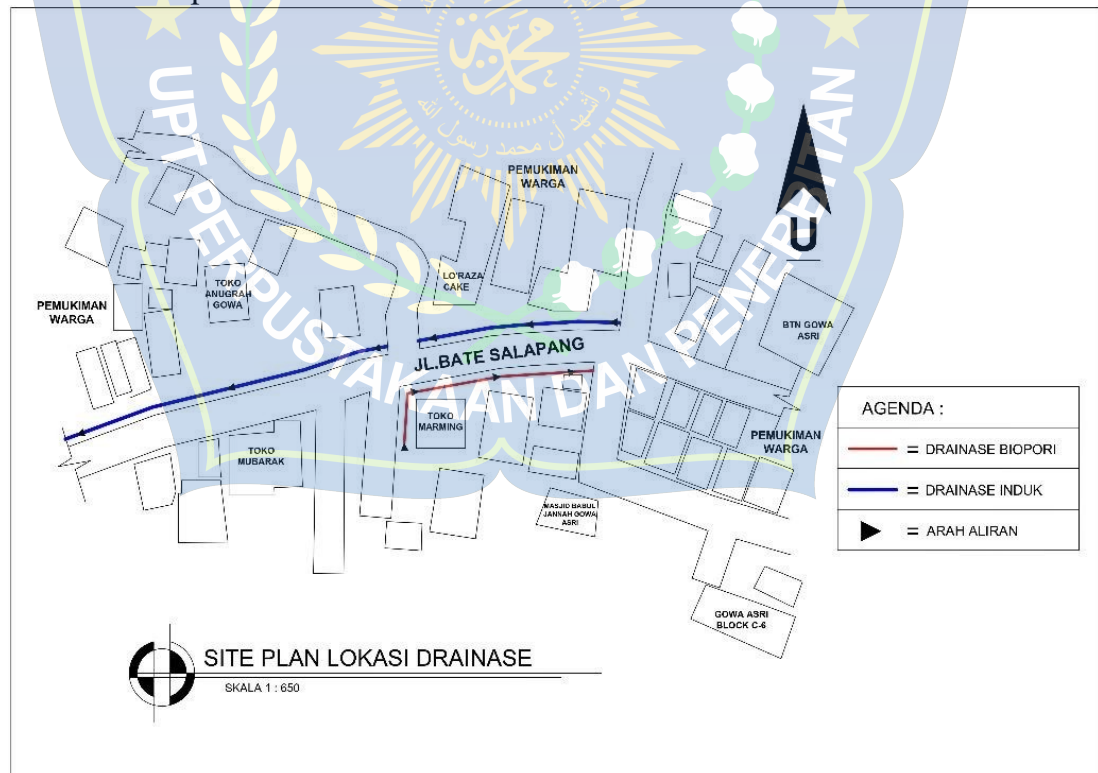
Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Limpasan C
rata-rata, 2 - 7 %	0,10 – 0,15
curam, 7 %	0,15 – 0,20
Halaman, tanah berat	
datar 2 %	0,13 – 0,17
rata-rata, 2 - 7 %	0,18 – 0,22
curam, 7 %	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
Hutan	
datar, 0 – 5 %	0,10 – 0,40
bergelombang, 5 – 10 %	0,25 – 0,50
berbukit, 10 – 30 %	0,30 – 0,60

Sumber : (Suripin, 2004)

Gambar Peta Stasiun Curah Hujan



Gambar Site plan Lokasi Penelitian



Gambar Kondisi drainase biopori



Gambar Pengukuran tinggi saluran



Gambar Pengukuran lebar saluran



Gambar Pengukuran tinggi muka air



Gambar Bekas banjir pada dinding rumah warga



Gambar Wawancara dengan warga setempat



Gambar Tinggi dan diameter biopori

