SKRIPSI

ANALISIS PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR DI KECAMATAN TALLO KOTA MAKASSAR

Di susun oleh :

MUH. ALFIANSHAR
105 81 11082 19

MUHAMMAD NUR FATH
105 81 11199 19

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023

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 اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Muh. Alfianshar** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11082 19** dan **Muhammad Nur Fath** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11199 19**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0012/SK-Y/22201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 09 November 2023.

Panitia Ujian :

Makassar, 25 Rabiul Akhir 1445 H
09 November 2023 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 ISRAN RAMLI, ST., MT : .....
2. Penguji
   a. Ketua : Dr Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si : .....
   b. Sekertaris : Fausiah Latif, ST., MT : .....
3. Anggota : 1. Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM : .....
   2. Asnita Virlayani, ST., MT : .....
   3. Kasmawati, ST., MT : .....

Mengetahui :

Pembimbing I	Pembimbing II
Indriyanti, ST., MT.	Farida Gaffar, ST., MM., IPM.

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Hj. Nurhawaty, ST., MT., IPM
NBM : 795 108

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 الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR DI KECAMATAN TALLO KOTA MAKASSAR**

Nama : 1. MUH. ALFIANSHAR
2. MUHAMMAD NUR FATH

Stambuk : 1. 105 81 11082 19
2. 105 81 11199 19

Makassar, 09 November 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I	Pembimbing II
Indriyanti, ST., MT.	**Farida Gaffar, ST., MM., IPM.**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Ir. M. Agusalim, ST., MT
NBM : 947 993

Analisis Perencanaan Sistem Drainase Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Tallo Kota Makassar

Muh. Alfianshar[1)], Muhammad Nur Fath[2)], Indriyanti[3)], Farida Gaffar[4)]

E-mail: muhammadalfianshar@gmail.com

Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Abstrak

Sistem drainase dibangun untuk mengalirkan air buangan seperti limbah domestik, limbah industri maupun debit air yang berasal dari siklus hidrologi yang dapat menyebabkan terjadinya banjir. Saat hujan deras di kota Makassar hampir semua tempat terjadi genangan air terutama yang sering terjadi di bahu dan badan jalan. Seperti yang terjadi di beberapa kecamatan di kota Makassar, salah satunya kecamatan Tallo di jalan Gatot Subroto. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan besar kapasitas debit saluran eksisting yaitu saluran kanan sebesar 0,302 m^3/dtk dan saluran kiri sebesar 0,240 m^3/dtk. Sedangkan besar debit banjir rencana untuk kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 0,609 m^3/dtk. Perencanaan dimensi saluran yang telah di design ulang memiliki kapasitas debit untuk saluran kanan 0,797 m^3/dtk dengan lebar atas (B) = 1 m, lebar bawah = 0,9 m, dan tinggi saluran (H) = 0,8 m, sedangkan saluran kiri 0,739 m^3/dtk dengan lebar atas (B) = 0,9 m, lebar bawah (b) = 0,7 m dan tinggi saluran (H) = 0,8 m. Sehingga debit saluran > debit banjir rencana.

Kata Kunci: Debit Rencana, Genangan, Kapasitas Saluran, Sistem Drainase.

Abstract

The drainage system is built to drain waste water such as domestic waste, industrial waste and water discharge originating from the hydrological cycle which can cause flooding. When it rains heavily in the city of Makassar, water puddles occur almost everywhere, especially on the shoulders and roads. As has happened in several sub-districts in the city of Makassar, one of which is the Tallo sub-district on Jalan Gatot Subroto. Based on the results of the analysis, it was found that the discharge capacity of the existing channel was 0.302 m3/sec on the right channel and 0.240 m3/sec on the left channel. Meanwhile, the planned flood discharge for a 25 year return period is 0.609 m3/sec. The redesigned channel dimension planning has a discharge capacity for the right channel of 0.797 m3/sec with top width (B) = 1 m, bottom width = 0.9 m, and channel height (H) = 0.8 m, while the channel left 0.739 m3/sec with top width (B) = 0.9 m, bottom width (b) = 0.7 m and channel height (H) = 0.8 m. So that the channel discharge > the planned flood discharge.

***Keywords**: Drainage System, Inundation, Planned Discharge, Channel Capacity.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT, karena atas berkat Rahmat dan hidayah – Nya yang tiada henti diberikan kepada hamba - Nya. Salam dan sholawat tidak lupa penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW. beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Adapun tugas akhir yang kami angkat adalah "**ANALISIS PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR DI KECAMATAN TALLO KOTA MAKASSAR".**

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Studi di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis juga manusia biasa yang tak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu dalam segi teknik penulisan maupun perhitungan – perhitungan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan senang hari segala koreksi serta masukan – masukan guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini dapat terwujud karena bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, kami ingin mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya 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 Ir. M. Agusalim, ST., MT. sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Indriyanti, ST., MT. selaku Pembimbing I dan Ibu Farida Gaffar, ST., MM., IPM. selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Rekan Sepenelitian, Muh. Alfianshar dan Muhammad Nur Fath atas support, bantuan, kesabaran dan kerja samanya hingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Saudara – saudaraku mahasiswa Fakultas Teknik khususnya angkatan KOORDINAT 2019 yang selalu ada memberikan dukungan dan support kepada kami dalam keadaan apapun.
8. Terkhusus dan Teristimewah kepada kedua orang tua yaitu Ayahanda dan Ibunda tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, dukungan, dorongan, do'a dalam setiap perjalanan hidup serta pengorbannya terutama dalam bentuk materi yang tiada hentinya untuk menyelesaikan kuliah kami.

Semoga semua pihak di atas mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, masyarakat, pemerintah serta bangsa dan negara. Aamiin.

"Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat".

Makassar, …. …… 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR NOTASI xi

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah 2

C. Tujuan Penelitian 2

D. Manfaat Penelitian 3

E. Batasan Masalah 3

F. Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

A. Drainase 5

B. Hidrologi 12

C. Siklus Hidrologi 14

D. Banjir 22

E. Analisis Data Curah Hujan 24

F. Analisis Debit Banjir Rencana 30

G. Dimensi Saluran 33

H. Kecepatan Minimum Yang Diizinkan 35

BAB III METODE PENELITIAN 36
A. Lokasi Penelitian 36
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data 37
C. Alat dan Bahan Penelitian 38
D. Tahapan Penelitian 38
E. Bagan Alir Penelitian 39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 40
A. Analisis Hidrologi 40
1. Perhitungan Curah Hujan Rerata 40
2. Distribusi Curah Hujan Rancangan 43
3. Analisis Curah Hujan Rencana 49
4. Analisis Intensitas Curah Hujan 58
5. Distribusi Hujan Jam – Jaman 60
6. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Qr) 62
B. Analisis Hidrolika 63
1. Analisa Kapasitas Drainase 63
2. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Eksisting (Qs) 66
3. Analisa Kapasitas Drainase Rencana 67
4. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Drainase Rencana (Qs) 70
5. Perbandingan Saluran Eksisting dan Saluran Rencana 71
BAB V PENUTUP 72
A. Kesimpulan 72
B. Saran 73

DAFTAR PUSTAKA 74

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Nilai K dalam distribusi Log Person III (Suripin 2004) 26

Tabel 2 Reduces mean (Yn) 28

Tabel 3 Reduced standar deviation (Sn) 28

Tabel 4 Reduksi Variated (Ytr) 29

Tabel 5 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota 31

Tabel 6 Nilai Koefisien Aliran (C) 32

Tabel 7 Kecepatan izin dalam saluran (Departemen Pekerjaan Umum, 2006) 35

Tabel 8 Luas Pengaruh Setiap Stasiun Curah Hujan 41

Tabel 9 Curah Hujan Maksimum Rerata Metode Polygon Thiessen 42

Tabel 10 Parameter Uji Distribusi Statistik 43

Tabel 11 Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Bentuk Log 46

Tabel 12 Penentuan Distribusi Curah Hujan Berdasarkan Hasil Pengujian Distribusi Statistik 48

Tabel 13 Analisis data curah hujan Metode Gumbel 49

Tabel 14 Hasil Perhitungan curah hujan rencana Metode Gumbel 52

Tabel 15 Analisis data curah hujan Metode Log Pearson Type III 52

Tabel 16 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III 54

Tabel 17 Analisis data curah hujan Metode Iwai Kadoya 55

Tabel 18 Perhitungan nilai b 56

Tabel 19 Perhitungan Probabilitas Curah Hujan Harian 56

Tabel 20 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Iwai Kadoya 57

Tabel 21 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel, Log Pearson Type III, dan Iwai Kadoya 58

Tabel 22 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III 58

Tabel 23 Hasil Analisis Intensitas Curah Hujan 59

Tabel 24 Perhitungan Hujan Rata-rata Dalam T Jam 60

Tabel 25 Perhitungan Hujan Netto 61

Tabel 26 Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman 61

Tabel 27 Debit Banjir Rencana Kala Ulang 2, 10 dan 25 Tahun 63

Tabel 28 Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting 66

Tabel 29 Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran dengan Debit Rencana 67

Tabel 30 Perhitungan Kapasitas Saluran Rencana 70

Tabel 31 Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran Rencana Dan Debit Rencana 70

Tabel 32 Perbandingan Saluran Eksisting Dan Saluran Rencana 71

Tabel 33 Perbandingan Saluran Eksisting Dan Saluran Rencana 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Saluran Bentuk Trapesium (Jawara Corporation) 11

Gambar 2 Saluran Bentuk Segi Empat (Jawara Corporation).....11

Gambar 3 Saluran Bentuk Segitiga (Jawara Corporation)..... 12

Gambar 4 Saluran Bentuk Setengah Lingkaran (Jawara Corporation)..... 12

Gambar 5 Siklus Hidrologi (duniapendidikan.co.id)..... 14

Gambar 6 Layout lokasi penelitian..... 36

Gambar 7 Peta Lokasi Kecamatan Tallo 36

Gambar 8 Catchment Area Kecamatan Tallo 37

Gambar 9 Peta DAS Tallo..... 40

Gambar 10 Grafik Intensitas Curah Hujan dengan Metode Mononobe 60

Gambar 11 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung) 85

Gambar 12 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung) 85

Gambar 13 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung) 86

Gambar 14 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung) 86

Gambar 15 Banjir DI Jalan Gatot Subroto (Sumber : Tribun-timur.com) 87

DAFTAR NOTASI

A = Luas saluran (m^2)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

P = Keliling basah (m)

Q = Debit aliran

R = Jari – jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

S_n = Reduced standard deviation

S_x = Standard deviasi

T = Lebar puncah (m)

V = Kecepatan aliran (m/det)

XT = Besarnya curah hujan periode ulang T tahun (mm)

X = Curah hujan harian maksimum rata – rata selama T tahun (mm)

b = Lebar saluran (m)

n = Banyaknya sampel (m)

n = Koefisien manning

xi = Data curah hujan (mm)

y = Tinggi saluran (m)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Drainase merupakan salah satu infrastrukstur yang sama pentingnya dengan keberadaan infrastruktur lainnya. Sesuai fungsinya, drainase memegang peran penting dalam pengaturan air limpasan hujan yang berpotensi menjadi genangan air dan banjir. Drainase merupakan jaringan pembuangan yang di gunakan untuk mengeringkan bagian – bagian wilayah administrasi kota dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun sungai yang melintas di dalam kota. Tumpukan sampah dan sedimentasi dapat mengakibatkan terjadinya luapan air pada musim hujan dan akibatnya menyebabkan terjadinya banjir seperti yang terjadi pada sebagian kota – kota besar di Indonesia salah satunya kota Makassar.

Permasalahan banjir di kota Makassar terjadi akibat drainase yang buruk sudah terjadi sejak beberapa tahun silam. Di Kecamatan Tallo sendiri, khususnya di sepanjang Jalan Gatot Subroto permasalahan genangan air ini sudah terjadi sejak tahun 2011 (*Tribun-Timur.com*). Pemerintah sendiri sudah beberapa kali mengambil tindakan dengan cara mengeruk beberapa saluran drainase yang dinilai tidak bekerja secara optimal. Namun hal ini tidak berpengaruh besar pada daerah ini, hal ini dapat dilihat pada tahun-tahun berikutnya dimana genangan di daerah ini semakin parah dan bahkan terjadi setiap musim hujan.

Salah satu penyebab saluran drainase yang tidak bekerja secara optimal pada kawasan ini ini yaitu banyaknya sampah yang menumpuk serta endapan lumpur di saluran drainase semakin meningkat. Kurangnya kesadaran masyarakat

di kawasan ini dalam menjaga dan merawat lingkungan membuat saluran drainase yang ada tersumbat sehingga air yang harusnya dapat mengalir secara optimal menjadi tersumbat dan menguap ke atas jalan dan pemukiman penduduk.

Selain itu jumlah penduduk yang setiap tahun semakin bertambah akan mengakibatkan meningkatnya limbah domestik pada kawasan ini. Harus adanya perbaikan serta penanganan sistem drainase sebagai upaya yang harus dilakukan pemerintah. Jika kondisi drainase sudah dilakukan perbaikan, diharapkan warga setempat dapat lebih sadar untuk merawat dan menjaga lingkungan sekitar agar tidak menimbulkan kerugian - kerugian yang dapat dirasakan oleh masyarakat lainnya.

Sejalan dengan permasalahan-permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka dari itu timbul dorongan penulis untuk membahas "**Analisis Perencanaan Sistem Drainase Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Tallo Kota Makassar".**

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar kapasitas debit yang mampu ditampung dan berapa besar debit rencana yang terjadi pada sistem drainase di Jalan Gatot Subroto?
2. Bagaimana perencanaan sistem drainase yang mampu menampung debit aliran di Jalan Gatot Subroto?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui besar kapasitas debit yang mampu ditampung dan berapa besar debit rencana yang terjadi pada sistem drainase di Jalan Gatot Subroto.
2. Mengetahui perencanaan sistem drainase yang mampu menampung debit aliran di Jalan Gatot Subroto.

D. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak baik penulis, instansi pemerintah dan msayarakat. Manfaat penulisan skripsi ini antara lain:

1. Bagi penulis, mengetahui kondisi dan keadaan drainase yang ada dengan detail dan mengetahui perencanaan saluran drainase yang tepat untuk mengatasi limpahan air pada suatu drainase.
2. Bagi instansi pemerintah, sebagai upaya pertimbangan dan masukan dalam pengelolaan untuk perbaikan sistem drainase dimasa yang akan datang.
3. Bagi masyarakat, dapat menambah wawasan dan memberikan edukasi kepada masyarakat terkait pentingnya memelihara dan menjaga kondisi saluran drainase yang ada.

E. Batasan Masalah

Dalam hal ini, untuk memperjelas suatu penelitian agar dapat dibahas dengan baik, maka diperlukan Batasan masalah yang terdiri dari:

1. Drainase yang ditinjau yaitu drainase yang berada di Jalan Gatot Subroto, Kecamatan Talllo, Kota Makassar.
2. Data curah hujan yang digunakan mulai tahun 2001 – 2020.
3. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional.

4. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari pengerjaan saluran drainasenya.

F. Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN. Dalam bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sisitematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA. Dalam bab ini berisikan kajian literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dikaji dalam penelitin ini.

BAB III METODE PENELITIAN. Dalam bab ini menjelaskan secara lengkap lokasi penelitian, watu penelitian, langkah-langkah penelitian, metode penelitian, prosedur penelitian serta bagan alir penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN. Dalam bab ini membahas tentang hasil perhitungan curah hujan, debit rencana, kapasitas saluran drainase dan perencanaan drainase yang mampu menampung debit rencana di sepanjang jalan Gatot Subroto Kecamatan Tallo Kota Makassar.

BAB V PENUTUP. Dalam bab ini bersisi tentang kesimpulan dari hasil analisi perhitungan dan saran – saran yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Drainase

1. Pengertian Drainase

Drainase berasal dari kata *"drainage"* yang artinya mengalirkan, mengeringkan, menguras, mengeluarkan serta mengarahkan air. Dalam bidang ilmu teknik sipil, drainase sering diartikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air baik dari air rembesan, air hujan, maupun air irigasi dari suatu wilayah agar tidak mengganggu fungsi wilayah daratan. Sistem drainase dapat diartikan sebagai sekumpulan bangunan air yang berfungsi untuk membuang dan mengurangi kelebihan air dari suatu daerah atau lahan agar dapat berfungsi secara optimal (Suripin, 2004).

Sistem drainase adalah cara pengaliran air dengan pembuatan saluran (tersier) untuk menampung air hujan yang mengalir diatas permukaan tanah, kemudian dialirkan ke sistem yang lebih besar (sekunder dan primer) yang kemudian selanjutnya dialirkan ke sungai dan laut (Robert J. Kodoatie, 2005).

Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengurangi kelebihan air pada suatu lahan agar dapat difungsikan secara optimal. Bangunan sistem drainase secra berurut mulai dari bagian huli terdiri dari saluran penerima (interceptor drain), saluran pengumpal (collector drain), saluran pembawa (conveyor drain), saluran induk (main drain), dan badan air penerima (receiving waters). Pada sistem saluran

drainase juga sering dijumpai bangunan lainnya, seperti jembatan, talang, gorong-gorong dan saluran miring atau got miring (Wesli, 2008).

2. Fungsi drainase

Fungsi drainase dalam kota adalah untuk mengontrol kelebihan air permukaan agar tidak mengganggu masyarakat yang ada disekitar saluran tersebut (Hadihardjaja, 1997).

Fungsi drainase di kota adalah sebagai berikut :

a. Untuk mencegah aliran air pada bagian lain jalan atau area sekitar jalan agar tidak masuk ke daerah trotoar.
b. Mencegah terjadinya kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan adanya genangan air pada jalan.
c. Mengendalikan genangan air, banjir maupun air hujan dari permukaan jalan.
d. Mengalirkan air buangan seperti limbah domestic, limbah industry, dan lain-lain.

3. Jenis drainase

Pada kawasan pemukiman maupun tempat-tempat lainnya, ada beberapa jenis drainase yang umum dibuat. Berikut jenis-jenis drainase dalam berbagai aspek :

a. Drainase berdasarkan pembuatannya

1) Drainase buatan

Drainase buatan merupakan drainase yang dirancang dan dibangun untuk tujuan tertentu. Biasanya disesuaikan dengan pengelolaan air dan titik biasa terjadinya genangan air.

2) Drainase alami

Drainase alami biasanya terbentuk karena adanya gaya gravitasi yang ditambah dengan tekanan air dalam jangka waktu yang lama. Hal ini yang mengakibatkan terciptanya aliran air yang permanen seperti kali, sungai dan danau.

b. Drainase berdasarkan letak saluran

1) Drainase permukaan tanah

Drainase ini berada di permukaan tanah yang biasanya memiliki rongga untuk mengalirkan air kedalam saluran pembuangan. Jemnis drainase ini jarang digunakan untuk mencegah terjadinya genangan air pada area pemukiman. Dengan drainase permukaan tanah, air hujan yang turun langsung disalurkan ke pembuangan air sehingga tidak ada air yang tergenang dan dapat mengurangi potensi banjir.

2) Drainase bawah tanah

Drainase bawah tanah biasanya disusun dengan sejumlah pipa-pipa sebagai medium untuk mengalirkan air, karena letaknya yang berada di bawah tanah. Jenis drainase ini sering menjadi opsi bagi pemukiman yang memiliki jalanan yang baik karena pembuatan drainase bawah tanah tidak mengganggu estetika dan fungsi jalanan maupun aktivitas permukaan tanah.

c. Drainase berdasarkan fungsi

1) Drainase satu fungsi *(single purpose)*

Sistem drainase jenis ini hanya berfungsi untuk mengalirkan satu jenis cairan untuk menuju saluran pembuangan, seperti air hujan, limbah pabrik, limbah rumah tangga, maupun limbah industry.

2) Drainase multifungsi *(multi purpose)*

Salah satu contoh drainase multifungsi adalah drainase yang umumnya berada di pemukiman. Karena selain bertugas sebagai medium mengantarkan air hujan ke saluran pembuang, ia juga terkoneksi dengan rumah-rumah sehingga dapat membuang limbah rumah tangga.

d. Drainase berdasarkan konstruksi

1) Drainase terbuka

Drainase terbuka bertugas mengalirkan air hujan di wilayah yang luas, oleh karena itu sistem drainase ini biasanya membutuhkan lahan yang relative luas. Selain itu, drainase terbuka juga berfungsi untuk menyalurkan air yang tidak membahayakan lingkungan.

2) Drainase tertutup

Drainase tertutup biasanya digunakan oleh pabrik-pabrik, karena memiliki fungsi untuk mengalirkan air yang mengandung limbah. Sisitem drainase tertutup diperlukan agar potensi dari limbah plastik Kembali sehingga tidak berkontak langsung dengan manusia yang dapat membahayakan masyarakat dan lingkungan.

e. Drainase berdasarkan wilayah

a. Drainase jalan raya

Pada umumnya drainase jalan raya dibuat secara tertutup agar tidak mengganggu aktiivitas di jalan. Pembuatannya juga bisa diintegrasikan dengan trotoar. Fungsi drainase ini adalah untuk mengalirkan air agar tidak dapat menggenang dan merusak konstruksi jalan atau menyebabkan erosi pada jalan.

2) Drainase bandara

Bandara umumnya memiliki sistem drainase khusus, karena areanya yang luas, mendatar dan beraspal kerap menyulitkan air untuk mengalir. Air yang terlalu banyak mengenang di permukaan bandara pun akan membahayakan proses lepas landas atau tinggal landas pesawat, oleh karena itu perlu sistem drainase yang baik untuk bandara.

3) Drainase lapangan olahraga

Salah satu tempat memerlukan sistem drainase khusus adalah sarana olahraga, terutama genangan air pada lapangan, drainase di lapangan olahraga bertugas untuk mengalirkan air agar tidak terjadi genangan yang dapat merusak infrastruktur.

4. Sistem Jaringan Drainase

Pada umumnya, sistem jaringan drainase perkotaan dibagi menjadi 2 bagian, diantaranya:

a. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor merupakan badan air yang mampu menampung serts mengalirkan air dari catchment area atau daerah tangkapan air. Sistem drainase mayor ini pada umumnya disebut sebagai sistem pembuangan utama (Major system) atau drainase primer. Sistem jaringan ini mampu menyimpan arus yang memiliki skala besar dan luas seperti saluran drainase primer, sungai, atau kanal. Pada perencanaan drainase mayor ini sering digunakan dengan periode ulang hujan (PUH) antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang terperinci diperlukan dalam merencanakan sistem drainase ini.

b. Sistem Drainase Minor

Sistem drainase minor merupakan sistem drainase yang mampu melayani area kota tertentu saja seperti sistem drainase khusus atau kompleks pemukiman, pasar, perkantoran, daerah komersial, industry dan pariwisata. Pengelolaan sistem drainase ini menjadi tanggungjawab masyarakat ataupun instansi terkait. Sistem drainase ini adalah bagian dari suatu sistem drainase yang mampu menerima debit limpasan maksimum dari aliran awal meliputi, inlet limpasan pada muka jalan, parit drainase tepi jalan, gorong-gorong, got, saluran air tebuka, dan lain-lain. Perencanaan drainase ini umumnya dapat dipakai dengan periode ulang harian (PUH) dari 2 sampai 10 tahun tergantung dari kegunaan lahan yang ada disekitarnya. Lingkungan pemukiman biasanya menggunakan sistem drainase minor.

c. Pengendalian Banjir *(Flood Control)*

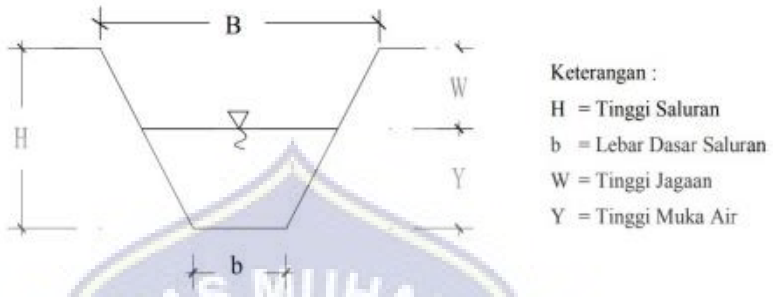
Pengendalian banjir adalah suatu usaha untuk mengendalikan air sungai dan air lainnya agar tidak menguap atau tergenang pada suatu daerah perkotaan agar tidak mengganggu aktifitas masyarakat. Pengendalian banjir umumnya sudah menjadi tanggungjawab pemerintah. Konstruksi dalam sistem *flood control* diantaranya yaitu tanggul, pintu air dan saluran *flood way.*

5. Bentuk-Bentuk Saluran Drainase

a. Saluran Bentuk Trapesium

Pada umumnya, saluran bentuk trapezium merupakan bentuk saluran yang paling sering digunakan pada saluran dinding tanah yang tidak berlapis, karena saluran bentuk trapesium memiliki tingkat stabilitas kemiringan yang dapat di

sesuaikan. Saluran ini membutuhkan ruang yang baik dan sangat efektif dalam mengalirkan air hujan, limbah ataupun untuk irigasi. Berikut gambar untuk drainase bentuk trapesium.



Gambar 1 Saluran Bentuk Trapesium (Jawara Corporation)

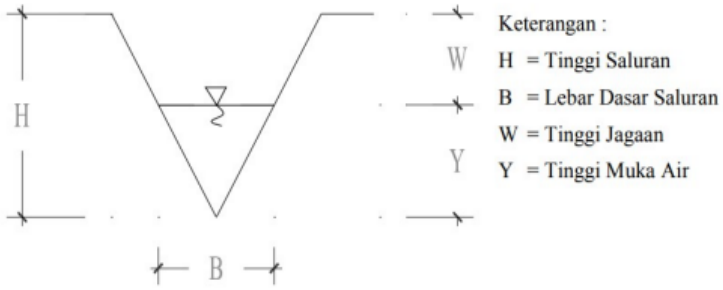
b. Saluran Bentuk Segi Empat

Saluran segi empat merupakan saluran yang tidak membutuhkan banyak ruang. Akan tetapi saluran ini umumnya harus terbuat dari pasangan beton. Saluran ini juga memiliki fungsi sebagai saluran iar hujan, limbah serta air irigasi. Berikut gambar untuk drainase bentuk segi empat.

Gambar 2 Saluran Bentuk Segi Empat (Jawara Corporation)

c. Saluran Bentuk Segitiga

Saluran berbentuk segitiga sangat jarang kita temui, hal ini disebabkan karena saluran ini biasanya hanya digunakan pada pengujian laboratorium saja. Berikut gambar untuk drainase berbentuk segitiga.



Gambar 3 Saluran Bentuk Segitiga (Jawara Corporation)

d. Saluran Bentuk Setengah Lingkaran

Saluran ini terbuat dari pasangan batu atau dari beton dengan menggunakan cetakan yang telah tersedia. Fungsi saluran ini untuk mengalirkan limpasan air hujan dan limbah domestic rumah tangga. Berikut gambar untuk drainase berbentuk setengah lingkaran.

Gambar 4 Saluran Bentuk Setengah Lingkaran (Jawara Corporation)

B. Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air di bumi termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen (Singh, 1992).

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya pergerakan dan distribusi air di bumi baik di atas maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat

kimia dan fisika air dengan reaksi terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan (Marta dan Adidarma, 1983).

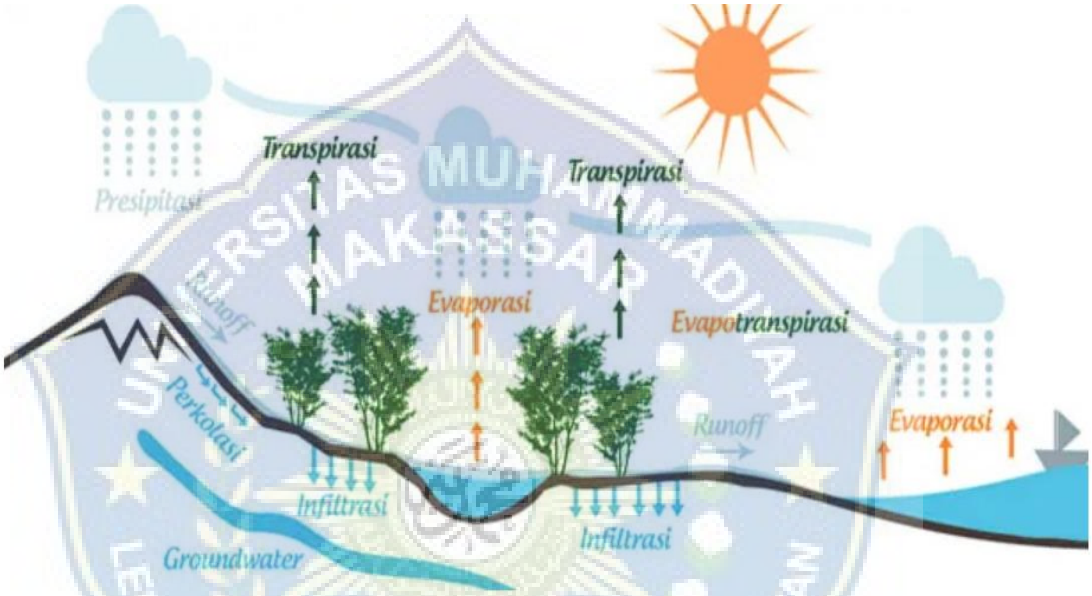
Hidrologi membicarakan tentang air yang ada di bumi yaitu mengenai kejadian, perputaran dan pembagiannya, sifat fisika dan kimia serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan (Ray K. Linsley dalam Yandi Hermawan, 1986).

Kajian ilmu hidrologi melipiti hidrometeorologi (air yang berada di udara dan berwujud gas), potamologi (aliran permukaan), limnologi (air permukaan yang relatif tenang seperti danau; waduk) geohidrologi (air tanah), dan kriologi(air yang berwujud padat seperti es dan salju) dan kualitas air. Penelitian Hidrologi juga memiliki kegunaan lebih lanjut bagi teknik lingkungan, kebijakan lingkungan, serta perencanaan. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan (Wikipedia).

Berdasarkan beberapa penjelasan yang ada di atas, hidrologi memiliki ruang lingkup atau cakupan yang luas. Secara konkret, cakupan dalam bidang ilmu tersebut meliputi mulai dari awal mula, proses terjadinya air sampai dengan penyebaran air untuk kepentingan lingkungan dan kehidupan. Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang keberadaan dan gerakan air di alam. Dalam studi hidrologi, perubahan-perubahan bentuk air meliputi cair, padat, gas, dalam atmosfer, di atas atau di bawah permukaan tanah, penyebarannya, distribusinya, dan gerakannya.

C. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi atau sering disebut dengan siklus air merupakan proses dimana air yang berasal dari atmosfer bumi akan Kembali lagi ke atmosfer secara berulang-ulang. Siklus hidrologi bertujuan untuk mempertahankan jumlah dan ketersediaan air yang ada.



Gambar 5 Siklus Hidrologi (duniapendidikan.co.id)

Berikut beberapa penjelasan tahapan dari siklus hidrologi (*mediaindonesia.com*):

a. Evaporasi

Evaporasi atau penguapan seluruh air adalah tahap pertama dalam sebuah siklus hidrologi. Di tahap ini, air di sungai dan badan air lainnya akan menguap menjadi uap air. Penguapan ini terjadi karena panasnya sinar matahari yang mengubah molekul cari menjadi molekul gas. Semakin terik sinar matahari, maka semakin besar molekul air yang terangkat ke udara. Berikut beberapa fakto penting yang dapat mempengaruhi laju evaporasi:

a. Kedalaman air
b. Kelembapan atau uap air
c. Aliran udara di atas permukaan
d. Sifat dan ukuran permukaan evaporasi
e. Suhu permukaan penguapan udara

Proses daur hidrologi dimulai dengan adanya penguapan air laut. Uap air inilah yang berhasil dibawa oleh udara yang melaju dan bergerak. Dalam kondisi yang dipastikan baik, uap air tersebut akan terkondensasi membentuk awan. Kemudian awan ini anak membentuk presipitasi. Pada akhirnya, presipitasi akan jatuh ke permukaan bumi dan kemudian meyebar dengan arah yang berbeda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk waktu yang dekat tertahan pada tanah tempat ia jatuh yang kemudian Kembali lagi ke atmosfer dengan cara penguapan (evaporasi) oleh tanaman.

Meski demikian, Sebagian besar air yang ada pada permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan transpirasi sebelum ke laut. Sementara, hujan berasal dari uap air di atmosfer sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperature dan tekanan atmosfer.

b. Transpirasi

Transpirasi adalah proses dimana terjadi penguapan pada bagian tubuh makhluk hidup. Setelah molekul air berubah menjadi uap atau molekul gas, transpirasi pun terjadi. Transpirasi terjadi pada jaringan yang ada di hewan dan tumbuhan.

Selain penguapan pada air yang berada di badan air, penguapan juga terjadi pada bagian tubuh makhluk hidup khusunya hewan. Tahap ini juga disebut transpirasi. Tumbuhan melakukan penyerapan air lewat akar, lalu dimanfaatkan untuk fotosintesis, selanjutnya uap air akan dikeluarkan lewat stomata. Sedangkan pada hewan, penguapan terjadi saat hewan menkonsumsi air dan selanjutnya akan bernapas yang menghasilkan uap air.

Molekul cair pada hewan dan tumbuhan kemudian akan berubah menjadi uap atau molekul gas. Setelah terjadi penguapan pada molekul cair, molekul cair ini akan naik menuju atmosfer melalui proses evaporasi. Transpirasi terjadi pada jaringan yang ada di hewan dan tumbuhan, meskidari tahap ini air yang dihasilkan tidak terlalu banyak.

c. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan gabungan antara evaporasi dan transpirasi tumbuhan yang ada di permukaan bumi. Air yang diuapkan oleh tanaman dilepas ke atmosfer. Evaporasi merupakan pergerakan air ke udara dari berbagai sumber. Sedangkan transpirasi merupakan pergerakan air dalam tumbuhan yang keluar melalui stomata akibat diuapkan pada daun. Evapotranspirasi merupakan bahian yang sangat penting dalam suatu proses siklus hidrologi.

Evapotranspirasi dapat menggambarkan jumlah air yang hilang dari badan air karena adanya vegetasi. Jenis vegetasi mempengaruhi jumlah evapotranspirasi secara signifikan. Karena air ditranspirasikan melalui daun yang mengalir dari akar, tumbuhan yang akarnya menancap dalam ke bawah tanah mentranspirasikan air lebih banyak. Tanaman Semak mentransspirasikan

air lebih sedikit dari tanaman berkayu karena Semak tidak memiliki akar yang sedalam tanaman kayu dan daun yang posisinya setinggi tanaman kayu.

Faktor – faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi diantaranya sebagai berikut:

a. Pertumbuhan tanaman
b. Persentase tanah yang tertutup vegetasi
c. Radiasi matahari
d. Kelembaban udara
e. Temperature
f. Angin

Keberadaan vegetasi dapat menjaga jumlah air tanah karena aliran permukaan dan perkolasi dihambat sehingga memberikan waktu bagi tanah untuk menyerap air dan menahan air dari presipitasi, misalnya hujan dan salju.

d. Sublimasi

Sublimasi merupakan proses perubahan molekul cair menjadi molekul gas ke atmosfer, namun proses ini dilalui oleh es yang ada di kutub utara. Sublimasi membutuhkan waktu yang lebih lambat daripada proses lainnya.

Melalui sublimasi dapat memurnikan zat dengan cara memanaskan campuran agar dapat memproduksi sublimat. Sublimat merupakan kumpulan materi yang terbentuk ketika pemanasan zat berubah dari wujud padat menjadi wujud cair, kemudian kembali ke wujud padat. Pemanasan yang terjadi terhadap suatu zat senyawa organic dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa perubahan wujud.

Adapun beberapa tujuan dari sublimasi sendiri yaitu:

1) Untuk mendapatkan zat yang murni atau beberapa zat murni dari suatu campuran yang disebut sebagai pemurnian.
2) Untuk mengetahui keberadaan zat dalam suatu sampel
3) Memisahkan iodium dari campuran zan yang mengotorinya agar mendapat iodium murni

e. Kondensasi

Selanjutnya ada tahap kondensasi yang merupakan tahap yang akan mengubah air menjadi partikel es. Partikel es ini terbentuk karena suhu dingin pada ketinggian atmosfer bagian atas. Partikel es akan berkumpul dan menjadi awan. Kondensasi yang membuat wujud awan menjadi lebih padat.

Dikutip dari situs *Kompas.com*, ada tiga bentuk kondensasi yang sangat sering dijumpai, yaitu:

1) Embun, merupakan tetes air yang dapat terbentuk akibat uap air pada permukaan yang memiliki suhu relative dingin. Biasanya terjadi apabila sautu benda turun di bawah suhu titik embun.
2) Kabut, merupakan kejadian dimana awan turun ke permukaan daratan. Hal ini terjadi Ketika hujan turun dari massa udara yang hangat ke massa udara yang dingin, sehingga menyebabkan uap air pada udara menjadi dingin melewati titik jenuh.
3) Awan, merupakan sekumpulan air kecil atau kristal es yang dapat diliat di atmosfer. Awan terbentuk akibat uap air yang terlihat di udara mengalami

proses kondensasi, menjadi tetesan air yang terlihat atau bisa juga disebut sebagai kristal es.

f. Adveksi

Tahap ini tidak terjadi di siklus hidrologi pendek, namun hanya terjadi di siklus hidrologi panjang. Adveksi membuat awan berpindah dari satu titik ke titik lainnya. Perpindahan ini terjadi karena angin yang berpindah dari lautan ke daratan dan sebaliknya.

Dikutip dari *Wikipedia*, adveksi merupakan proses pengangkutan secara horizontal berupa panas, kelembapan, dan salinitas dari permukaan laut yang mengalami penguapan. Proses pengangkutan yang dimaksud yaitu terjadinya dorongan maupun tekanan udara yang berlawanan arah sehingga membuat awan tidak menetap pada satu titik, akan tetapi dapat menyesuaikan aliran air tanah pada titik yang sama.

g. Presipitasi

Presipitasi membuat awan mencari karena tidak mampu menahan suhu yang makin lama kian meningkat. Maka di tahap inilah hujan terjadi. ika suhu sekitar kurang dari 0 derajat celcius, kemudian akan terjadilah hujan es hingga hujan salju.

Proses terjadinya presipitasi diawali Ketika sejumlah uap air pada atmosfer bergerak ke tempat yang lebih tinggi dikarenakan adanya perbedaan tekanan uap air. Uap air akan bergerak dari tempat yang memiliki tekanan uap air lebih besar ke tempat dengan tekanan uap air yang lebih kecil. Uap air yang bergerak inilah yang akan mengalami penjenuhan yang diikuti dengan proses

kondensasi yang akan berubah menjadi butiran – butiran air hujan (Chay Asdak, 2014, buku hidrologi dan pengelolaan DAS).

h. Run off

Air limpasan dari Run off merupakan salah satu bagian dari air hujan yang mengalir tipis diatas permukaan tanah. Air ini akan mengalir ketempat yan lebih rendan kemudian abermuara ke sungai, danau, waduk atau bahkan laut yang kemudian pada akhirnya air ini akan mengalami proses evporasi lagi.

Run off merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir dalam air sungai karena gaya gravitasi, air ini berasal dari permukaan amupun dari subpermukaan. Run off dapat dinyatakan sebagai tebal run off, debit aliran, dan volume run off.

Pada proses run off, air hujan turun ke bumi akan bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Inilah tahap run off atau limpasan pada siklus hidrologi.

i. Infiltrasi

Infiltrasi atau tahap dimana air hujan berubah menjadi air tanah terjadi. Tidak semua air hujan mengalir pada tahap limpasan. Ada sebagian air yang merembes langsung ke tanah. Air hujan akan merembes ke pori-pori tanah untuk kembali ke laut secara keseluruhan.

Berikut ini beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses infiltrasi yaitu:

1) Banyaknya air yang tersedia di atas permukaan tanah menentukan seberapa besar tekanan potensial terhadap permukaan tanah sekaligus besar atau kecilnya infiltrasi.
2) Sifat permukaan tanah, misalnya tekstur, struktur, dan kandungan suatu tanah.
3) Kemamouan tanah dalam mensterilkan atau menyerap air dari atas permukaan tanah.

j. Konduksi

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), konduksi merupakan suatu hantaran dari bagian benda ke bagian benda lainnya tanpa adanya perpindahan partikel maupun zat. Pada tahap terkahir ini, proses pemanasan terjadi dengan cara bersinggungan atau kontak langsung dengan suatu objek.

Proses-proses di atas akan terulang kembali sehingga air yang ada di bumi akan kembali berputar dan tidak akan habis.

Adapun jenis-jenis siklus hidrologi menurut (*mediaindonesia.com),* yaitu:

1. Siklus Hidrologi Pendek

Siklus hidrologi pendek berawal dari evaporasi air laut ke atmosfer dan kemudian mengalami kondensasi di ketinggian tertentu dan membentuk awan. Awan yang tak mampu menahan beban air akan mengalami presipitasi dan terjadi hujan sehingga air jatuh kembali ke laut.

2. Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi sedang terjadi ketika air laut menguap. Namun di siklus

ini, uap air akan terbawa oleh angin menuju daratan. Lalu berubah menjadi awan di ketinggian tertentu karena kondensasi. Awan kemudian jatuh ke daratan, meresap ke dalam tanah, sebagian terbawa aliran air permukaan seperti sungai dan got. Air pun akan melewati berbagai macam saluran hingga kembali lagi ke laut.

3. Siklus Hidrologi Panjang

Siklus hidrologi panjang diawali dengan evaporasi dan kemudian kondensasi air laut. Awan lalu akan bergerak menuju ke tempat lebih tinggi di area daratan oleh angin. Awan tersebut akan berkumpul dengan uap air dari evaporasi danau dan sungai, serta transpirasi tumbuhan. Uap air menjadi dingin dan berubah menjadi hujan salju saat musim dingin di ketinggian tertentu. Bongkahan es di pegunungan akan meluncur ke tempat lebih rendah akibat gravitasi dan disebut sebagai gletser. Gletser yang terkena suhu tinggi kemudian mencair dan mengalir melalui perairan darat yang akan kembali ke laut.

D. Banjir

Banjir merupakan suatu peristiwa atau bencana alam yang terjadi karena curah hujan yang tinggi pada musim hujan atau disebabkan karena kurangnya daerah resapan air. Banjir dapat menimbulkan dampak kerugian bagi masyarakat. Oleh sebab itu, diperlukan cara agar pengendalian pada daerah aliran sungai tidak menimbulkan luapan air. Bencana banjir umumnya tidak hanya terjadi di perkotaan, daerah pedesaan yang memiliki wilayah resapan air yang luas juga rawan mengalami banjir. Tentunya banjir di perkotaan dan di pedesaan bisa saja

disebabkan oleh faktor-faktor yang berbeda dan juga dapat menimbulkan dampak-dampak kerugian yang berbeda pula.

1. Faktor - Faktor Penyebab Terjadinya Banjir

Selain karena faktor alam, penyebab banjir sering terjadi karena adanya kebiasaan – kebiasaan buruk dari masyarakat. Berikut ini dijelaskan faktor – faktor penyebab terjadinya banjir.

a. Topografi Wilayah

Kondisi topografi merupakan suatu bentuk permukaan suatu wilayah yang dimana suatu wilayah yang memiliki kondisi topografi yang rendah atau dataran rendah memiliki resiko tinggi mengalami banjir dibandingkan pada daerah dataran tinggi. Banjir umumnya terjadi di daerah rendah pada Kawasan DAS, hal ini terjadi karena dipastikan daerah hilir lebih rendah dibandingkan daerah hulu.

b. Intensitas Curah Hujan

Curah hujan yang tinggi dalam jangka waktu yang lama akan meningkatkan resiko banjir. Volume yang ada di daratan akan semakin meningkat karena tanah memiliki tingkat kejenuhan air dalam kadar tertentu. Air hujan yang jatuh ke tanah akan memenuhi saluran-saluran air. Apabila volume air telalu banyak, maka beberapa saluran akan meluap sehingga terjadi banjir.

c. Daerah Resapan Air

Daerah resapan air sangat dibutuhkan pada perkotaan untuk menjadi tempat resapan air dan mencegah banjir. Salah satu contoh area resapan air pada perkotaan yaitu ruang terbuka hijau dan hutan kota. Akan tetapi, pembangunan

besar – besaran yang terjadi saat ini dilakukan tanpa mempertimbangkan hal - hal seperti area resapan air. Apabila permukaan tanah tertutup aspal, maka air tidap dapat meresap ke dalam area ini.

d. Aliran Sungai

Kelancaran aliran air pada saluran – saluran dan sungai juga menjadi faktor terjadinya banjir atau tidak. Saluran yang dipenuhi oleh sampah akan menghsmbat aliran sungai sehingga akan meluap kedaratan.

e. Kondisi Hutan

Hutan memberikan banyak manfaat bagi manusia dan lingkungan, salah satu manfaat adanya hutan yaitu sebagai pengendalian banjir. Pohon yang tumbuh akan mudah meresap atau menahan air. Apabila kondisi hutan rusan atau gundul, maka akan sberdampak pada volume air pada aliran sungai.

f. Sistem Tata Kelola

Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) yang keliru dapat mengakibatkan terjadinya banjir. Oleh karena itu, peran pemerintah dalam mengatur dan bertindak tegas pada sesuatu yang dapat merugikan dan memberikan efek negatif pada lingkungan dan meningkatkan resiko banjir. Salah satu contoh dalam pengelolaan lahan yang gagal yaitu adanya pembangunan pemukiman di bantaran sungai.

E. Analisis Data Curah Hujan

Analisis data curah hujan digunakan untuk mengetahui jumlah hujan atau limpasan dalam periode tertentu. Data curah hujan dapat dianalisis dari catatn yang diperoleh dari kumpulan data curah hujan berdasarkan sifat statistic dari

data yang tersedia untuk mendapatkan besarnya hujan atau aliran dimasa yang akan datang.

Dalam ilmu statistic ada beberapa jenis distribusi frekuensi yang sering digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini jenis distribusi frekuensi yang sering digunakan dalam bidang penelitian ini:

1. Metode Log Pearson Type III

Distribusi Log Pearson Type III mempunyai 3 parameter penting, diantaranya harga rata – rata, simpangan baku, dan koefisien kemencengan. Apabila koefisien kemiringan nol, maka distribusi Kembali ke distribusi normal (Suripin, 2004). Langkah – Langkah metode ini yaitu:

a. Data curah hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah kedalam bentuk logaritma.
b. Hitung rata – rata logaritma dengan menggunakan rumus:

$$\log_{\bar{x}} \frac{\sum_{i=1}^{n} \log xi}{n} \quad \text{..... (1)}$$

c. Hitung simpangan baku dengan rumus:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \log xi - \log x}{n}} \quad \text{.....(2)}$$

d. Hitung koefisien mancengan dengan rumus:

$$c_s = \frac{nx \sum_{i=1}^{n} \log (xi - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad \text{..... (3)}$$

e. Hitung logaritma curah hujan rencana dengan menggunakan periode ulang tertentu:

$$\log xT = \log \bar{x} + ks \quad \text{.....(4)}$$

Dengan harga G diperoleh harga Cs dan probabilitas curah hujan rencana dengan periode tertentu adalah harga antilog Xt dimana:

log XT = Logaritma curah hujan rencana menggunakan kala ulang tahun

$\log \bar{x}$ = Rata – rata logaritma data

n = Jumlah tahun

St = Standar deviasi

Cs = Koefisien kepencengan

G = Koefisien frekuensi

Ks = Variabel standar x. besarnya tergantung koefisien kepencengan Cs. Adapun nilai K yang digunakan untuk distribusi Log Person III dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Nilai K dalam distribusi Log Person III (Suripin 2004)

Interval kejadian (Recurrence Interval), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
Persentase peluang terlampaui (*Percent chance of being exceeded)*								
Koef.G	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0,667	-0,636	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,46	1,12	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,8
2,2	-0,905	-0,752	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0.732	1,34	2,087	2,626	3,149
1	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,88	-0,857	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,85	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472
0	-2,238	-0,842	0	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326

Lanjutan Tabel 1

-0,2	-2,472	-0,83	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,8	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,78	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99
-2,2	-3,705	-0,574	0,33	0,752	0,844	0,888	0,9	0,905
-2,4	-3,8	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,83	0,832
-2,6	-3,889	-0,49	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3	-7,051	-0,42	0,396	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667

2. Distribusi Gumbel

Gumbel merupakan harga ektrem untuk menunjukkan bahwa pada deret harga-harga ekstrem X1, X2, X3, … , Xn memiliki fingsi distribusi eksponensial ganda.

Apabila jumlah potensial yang terbatas (Sampel), maka dapat digunakan persamaan berikut:

$\bar{X} = X + S.K$……...…(5)

Dimana:

$\bar{X}$ = harga rata-rata sampel

S = standar deviasi (simpangan baku)

Faktor probabilitas K untuk harga – harga ekstrem Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$k = \frac{Ytr - Yn}{Sn}$ ……..(6)

Dimana:

Yn = reduced mean yang tergantung jumlah sampel data ke – n

Sn = reduced standard deviation, tergantung pada jumlah sampel ke – n

Ytr = reduced variated, dapat dihitugn dengan persamaan berikut ini.

Ytr = -In $\left\{\frac{-\ln \mathrm{Tr} - 1}{Tr}\right\}$ …… (7)

Tabel 2 Reduces mean (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52
20	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
30	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53
40	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
50	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
80	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
90	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
100	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,56

Sumber: (Suripin, 2004)

Tabel 3 Reduced standar deviation (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,99	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,10	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

Sumber: (Suripin, 2004)

Tabel 4 Reduksi Variated (Ytr)

Periode Ulang T (tahun)	Reduced Variate Ytr	Yn	Sn	K
2	0,3665	0,4952	0,9496	-0,136
5	1,4999	0,4952	0,9496	1,058
10	2,2504	0,4952	0,9496	1,848
20	2,9702	0,4952	0,9496	2,606
25	3,1985	0,4952	0,9496	2,847
50	3,9019	0,4952	0,9496	3,588

Subtitusikan Persamaan 6 ke 7, sehingga didapatkan persamaan berikut:

$Y_{tr} = X + \frac{Ytr-Yn}{Sn}S = X - \frac{YnS}{Sn} + \frac{YTRS}{Sn}$ ..... (8)

Atau,

$Ytr = b + \frac{1}{4}Ytr$ ……(9)

Dimana:

$a = \frac{Sa}{S} dan\ b = X\frac{YaS}{Su}$……..(10)

3. Distribusi Iwai

Metode Iwai banyak digunakan di Jepang, curah hujan maksimum atau debit banjir maksimum dalam 1 tahun, bukan merupakan distribusi normal tapi sebuah kurva distribusi yang asimetris. Dengan merubah variable x dari kurva distribusi normal. Perhitungan Iwai akan diterapkan sebagai berikut:

$\xi = c \log \frac{x+b}{x_0+b}$ ……..(11)

Dimana x_0 +b adalah harga raya-rata dari log x_i + b dengan I = 1 ….. n) dan dinyatakan X_0, b, c dan x_0.

Harga perkiraan x_0:

$\log x_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \log\ x_i$……(12)

Perkiraan harga b:

$b = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{n} b_i, m = \frac{n}{10}$…… (13)

$b_i = \frac{xs*xt-x_0^2}{2xo-(xs-xt)}$ …….. (14)

Perkiraan harga Xo:

$Xo = Log\ (Xo + b)$…… (15)

$X_0 = \frac{1}{n}\Sigma_i^{\eta} = \log(xi + b)$…… (16)

Perkiraan harga C:

$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\log\frac{x_j+b}{x_0+b}\right)^2} = \sqrt{\frac{2n}{n-1}}\sqrt{\bar{x}^2 - x_0^2}$……...(17)

$\bar{x}_2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Lo\ g(xi+b))^2$…….. (18)

F. Analisis Debit Banjir Rencana

Analisisi debit banjir digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Debit banjir rencana merupakan debit banjir terbesar tahunan maksimum yang digunakan mungkin terjadi untuk suatu periode ulang tertentu, atau debit probabilitas tertentu. Perancangan dapat dilakukan dengan metode rasional.

Mengacu pada kriteria dan standar perencanaan yang tersedia, referensi kala ulang yang digunakan yaitu berdasarkan tipologi kota dan luasan area sebagaimana ditunjukan pada table berikut. Dimana kala ulang yang digunakan tersebut dapat memberi manfaat reduksi peluang terjadinya banjir pada suatu area.

Tabel 5 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	LUAS AREA (m^2)			
	< 10	10 - 100	101 - 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th	10 - 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 20 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 - 5 Th

Sumber : Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011.

Perhitungan distribusi hujan jam-jaman pada studi ini adalah menggunakan persamaan mononobe sebagai berikut :

$$i = \frac{d24}{24}\left(\frac{24}{t}\right)m \quad \text{.....(19)}$$

Dimana :

i = intensitas hujan (mm/ja)

t = waktu (durasi) curah hujan (menit untuk i), (sampai dengan iii), (dan jam untuk iv)

a, b, n, m = konstanta

d24 = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Adapun langkah-langkah dalam analisis debit banjir adalah sebagai berikut :

- Menentukan DAS beserta luasnya.
- Menentukan curah hujan maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan yang ada.
- Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
- Menghitung debit banjir rencana berdasarkan curah hujan rencana pada periode ulang T tahun.

Dimensi saluran direncanakan berdasarkan besarnya debit air hujan yang akan dialirkan dengan menggunakan metode rasional. Metode tersebut dapat menggambarkan hubungan antara debit limpasan dengan besar vurah hujan untuk luas DAS hingga 300 ha (Yustika et al., 2012).

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

Dimana:

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/dtk)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km^2)

C = Koefisien aliran, tergantung pada jenis permukaan lahan.

Tabel 6 Nilai Koefisien Aliran (C)

Tipe Daerah Aliran	C
Rerumputan	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50 – 0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10 – 0,15
Tanah pasir, curam, 7%	0,15 – 0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 – 0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18 – 0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 – 0,35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0,75 – 0,95
Daerah pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
Daerah single family	0,30 – 0,50
Multi unit terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit tertutup	0,60 – 0,75
Suburban	0,25 – 0,40
Daerah apartemen	0,50 – 0,70

Lanjutan Tabel 6

Industri Daerah ringan Daerah berat	 0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Tempat bermain	0,20 – 0,35
Halaman kereta api	0,20 – 0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Jalan : Beraspal Beton Batu	0,70 – 0,95 0,80 – 0,95 0,70 – 0,85
Atap	0,75 – 0,95

Sumber : Triatmodjo, (2010)

G. Dimensi Saluran

Dimensi saluran dihitung dengan cara menggunakan rumus – rumus untuk perhitungan aliran seragam dengan mempertimbangkan :

1. Efisiensi hidrolis
2. Kepraktisan saluran
3. Ekonomis saluran

Penampang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang mampu melebihi debit maksimum unutk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu.bersadarkan persamaan kontinuitas, apabila luas penampang melintang tetap, maka debit maksimum dicapai apabila kecepatan aliran maksimum.

Dari rumus *manning* dan *chezy* terlihat bahwa kemiringan dasar dan kekasaran tetap, maka kecepatan maksimum dicapai apabila jari – jari hidraulik (R) maksimum. Kemudian untuk luas penampang tetap, maka jari-jari hidraulik (R) maksimum apabila keliling basah (P) minimum. Kondisi ini memberikan

cara untuk menentukan dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis unutk berbagai macam bentuk.

Pada bagian penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h, luas penampang basah (A) dan keliling basah (P) dapat dinyatakan sebagai berikut :

A = B x h …….. (21)

atau,

$B = \frac{A}{h}$ ……(22)

$P = B + 2h$……...(23)

Kemudian subtitusi persamaan (8) kedalam persamaan (9), sehingga diperoleh persamaan:

$P = \frac{A}{H} + 2h$…… (24)

Dengan asumsi luas penampang (A) adalah konstan, maka persamaan (23) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh nilai P minimum.

$\frac{dp}{dh} = -\frac{A}{h^2} + 2 = 0$

$A = 2h^2 = Bh$……... (24)

$B = 2h\ a = \frac{B}{2}$…….(25)

Jari – jari hidraulik:

$R = \frac{A}{P} = \frac{Bh}{B+2h}$……...(26)

atau,

$R = \frac{h}{2}$……... (27)

Bentuk penampang drainase melintang persegi yang paling ekonomis adalah apabila kedalaman air setengah dari dasar saluran, dan kari – jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.

H. Kecepatan Minimum Yang Diizinkan

Kecepatan minimum yang diizinkan merupakan kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan. Umumnya dalam praktikum, kecepatan yang dapt digunakan apabila presentase lumpur yang ada didalam air kecil yaitu 0,60 – 0,90 m/detik. Adapun kecepatan 0,75 m/detik merupakan parameter yang dapat mencegah tumbuhnya tumbuh – tumbuhan yang dapat menghambat daya angkut saluran.

Tabel 7 Kecepatan izin dalam saluran (Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

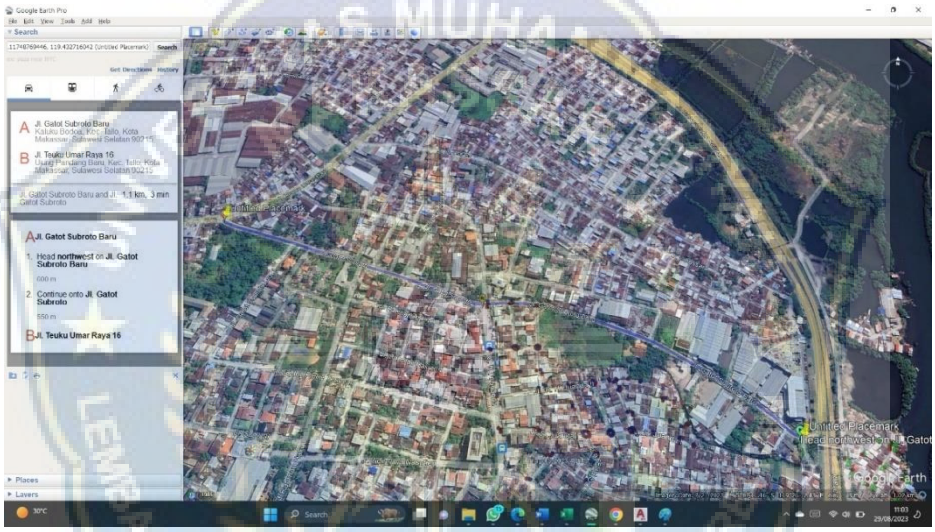
Jenis Bahan	Kecepatan Izin (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,5
Lanau alluvial	0,6
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,1
Kerikil kasar	1,2
Batu-batu besar	1,5
Pasangan batu	1,5
Beton	1,5
Beton bertulang	1,5

BAB III

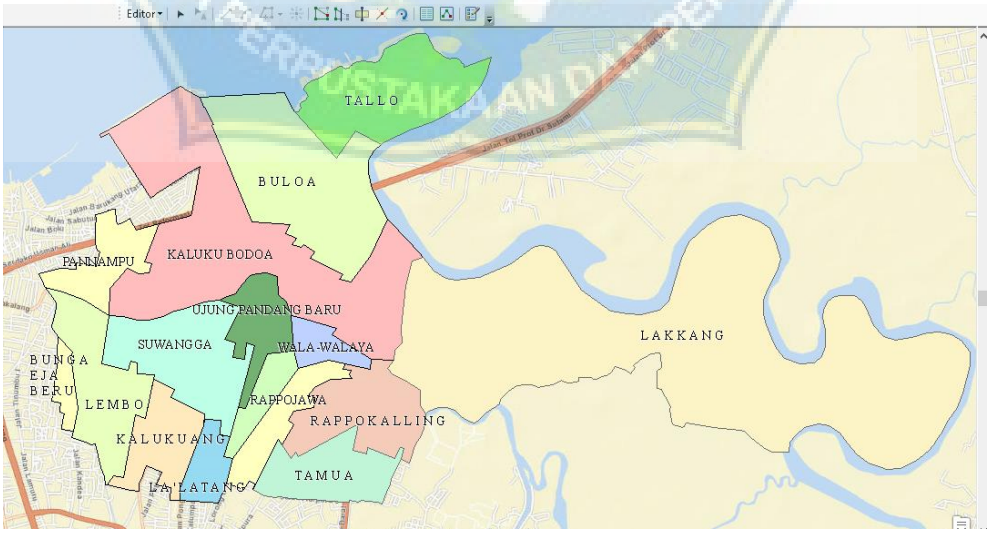
METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

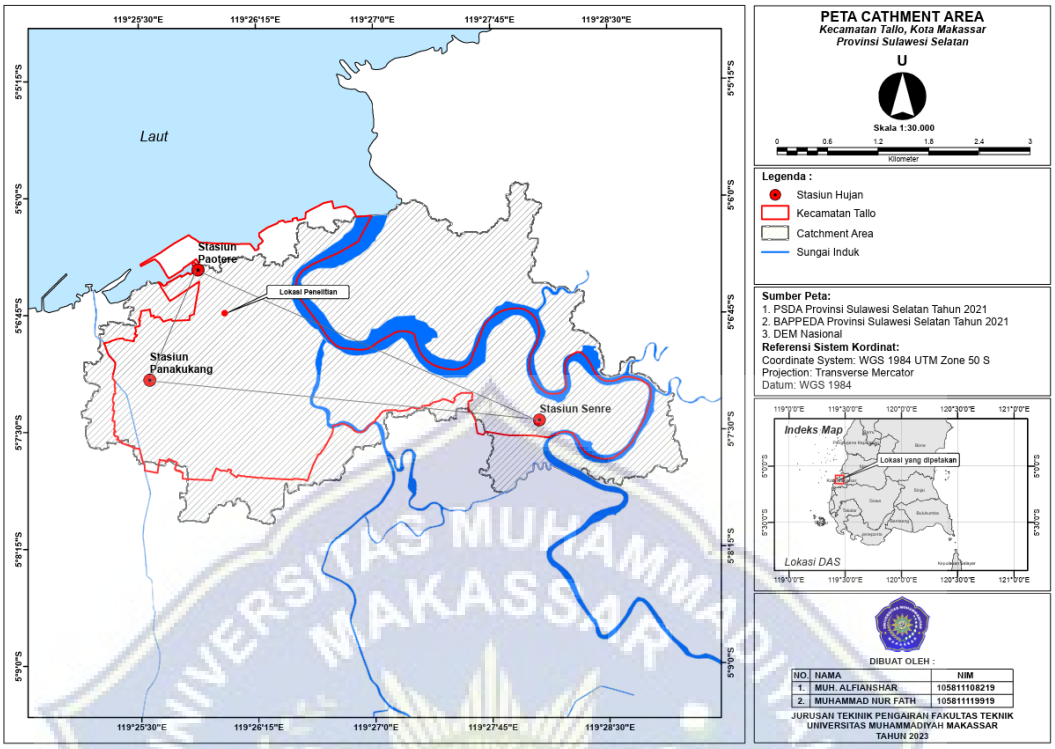
Lokasi penelitian yang dijadikan tempat penelitian berada di Jalan Gatot Subroto, Kecamatan Tallo, Kota Makassar. Lokasi ini tepatnya berada pada Koordiant 5º07'04.2"S 119º26'00.9"E. Lokasi ini dipilih karena pada setiap musim hujan sering terjadi genangan air selama beberapa hari.



Gambar 6 Layout lokasi penelitian



Gambar 7 Peta Lokasi Kecamatan Tallo



Gambar 8 Catchment Area Kecamatan Tallo

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data yang berupa angka sebagai alat untuk menganalisis hal-hal yang ingin diketahui. Penelitian metode kuantitatif merupakan proses pengumpulan data mentah yang akurat diperoleh dari suatu badan atau organisasi terkait.

2. Sumber Data

Data yang dipakai dalam penelitian ini antara lain:

a. Dimensi saluran yang didapatkan dengan cara pengukuran secara langsung pada saluran drainase yang akan direncanakan.

b. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 20 tahun terakhir (2001 – 2020) yang didapatkan dari Dinas Pengairan dan Sumber

Daya Air, Kementerian PUPR Provinsi Sulawesi Selatan dan BBWS Pompengan Jeneberang.

C. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan saat penelitian

Alat yang digunakan saat proses penelitian ialah GPS (Global Position System), camera, meter dan perlengkapan alat tulis.

2. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian :

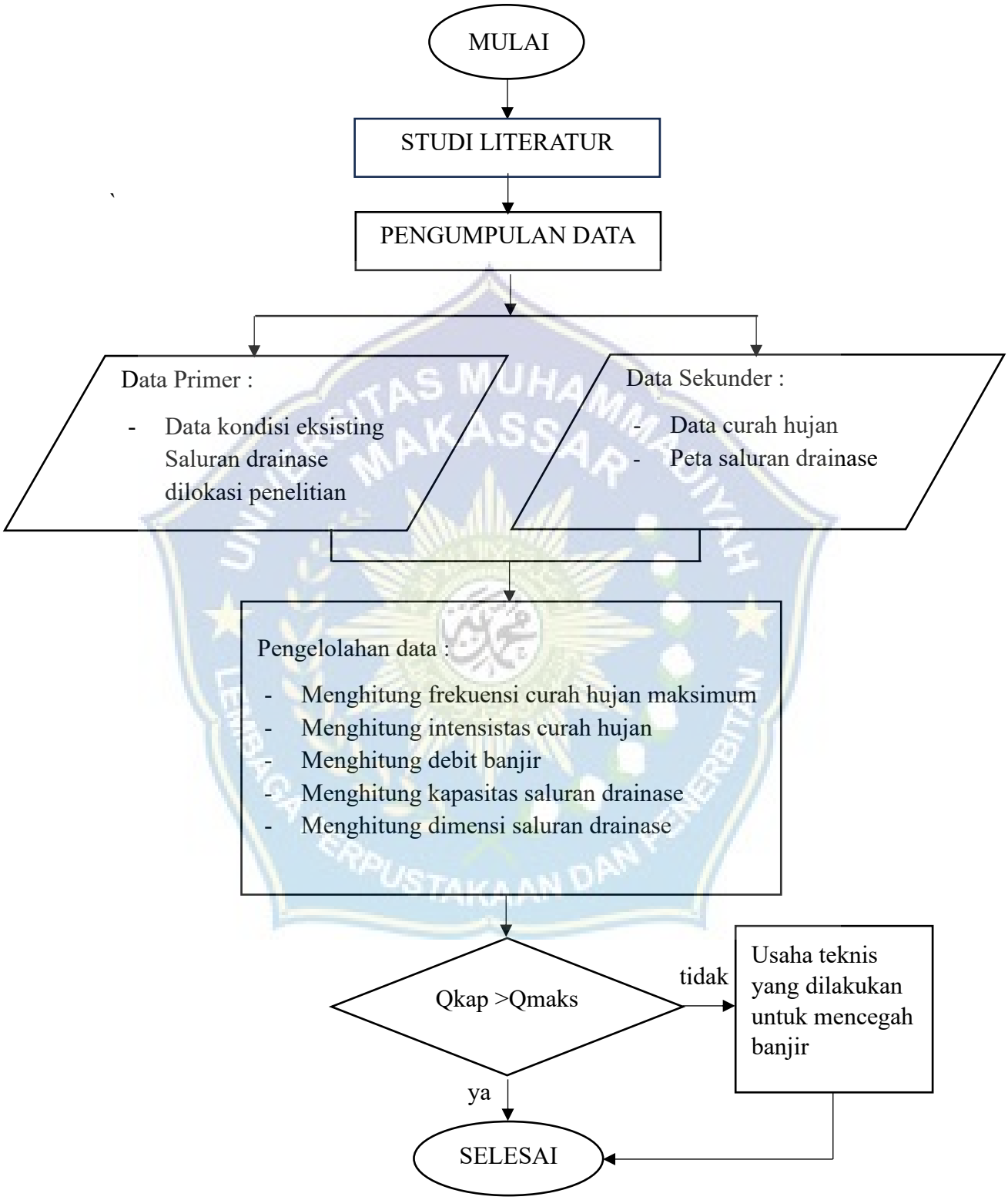
Bahan – bahan yang digunakan antara lain ialah : Peta jaringan irigasi, data curah hujan, dan data eksisting saluran drainase Kecamatan Tallo yang dapat diperoleh dari intansi – instansi terkait.

D. Tahapan Penelitian

Adapun tahap - tahap yang dapat dilakukan dalam penelitian ini dalam memandu penulis agar lebih terarah :

1. Menentukan dan mencari batasan kawasan yang akan dilakukan penelitian.
2. Mempunyai Catchment Area (Daerah Tangkapan Hujan).
3. Melakukan survey dilokasi langsung untuk pengamatan kondisi eksisting saluran drainase yang berada dilahan itu dengan mengukur dimensi saluran.
4. Menganalisis frekuensi curah hujan harian 20 tahun terakhir dengan menggunakan metode log pearson Type III, Gumbel dan Iwai.
5. Menghitung debit rencana menggunakan rumus metode rasional.
6. Menghitung dimensi saluran yang mampu menampung debit aliran yang terjadi.

E. Bagan Alir Penelitian

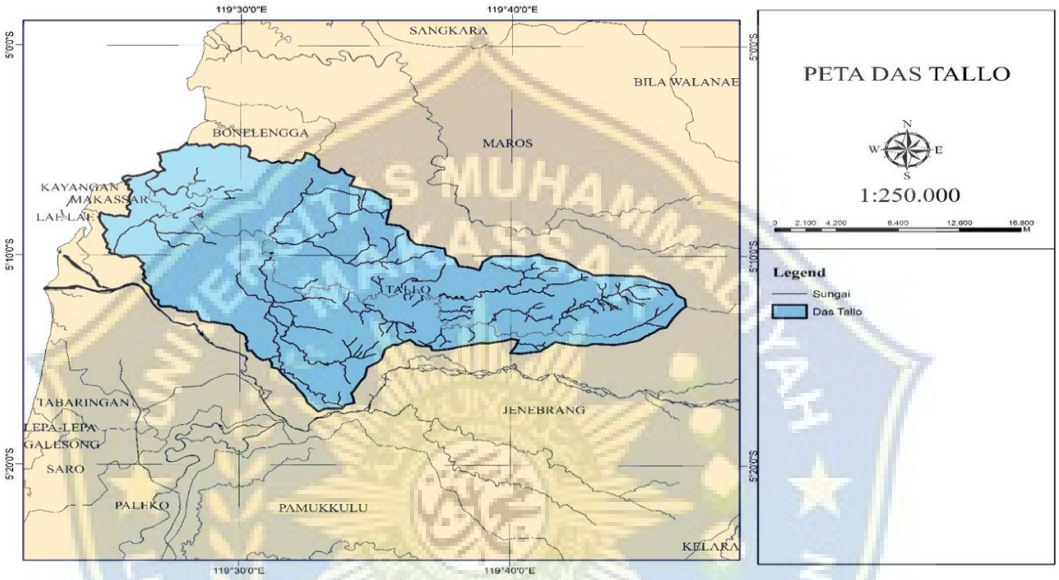


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi ini bertujuan untuk mengetahui debit maksimum pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo yang memiliki luas DAS 432.21 km^2.



Gambar 9 Peta DAS Tallo

1. Perhitungan Curah Hujan Rerata

Dari data curah hujan yang tercatat pada masing-masing stasiun pengamat hujan dilakukan analisis data. Ada 3 stasiun curah hujan yang digunakan dalam pengamatan ini yaitu : Stasiun Paotere, Stasiun Panakkukang, dan Stasiun Senre. Curah hujan rata-rata wilayah kemudian dihitung dengan menggunakan metode Poligon Thiessen. Metode ini sangat cocok digunakan pada DAS yang memiliki luas 100 – 500 km^2 (Soemarto, 1987).

Berdasarkan rumus pada metode Polygon Thiessen maka dapat dihitung frekuensi curah hujan maksimum rata-rata pada ketiga stasiun curah hujan. Untuk

luas DAS yang masuk pengaruh ketiga stasiun curah hujan dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 8 Luas Pengaruh Setiap Stasiun Curah Hujan

No.	Nama Stasiun	Luas Pengaruh (Km)	Koefisien Thiessen
1	Paotere	84,92	0,20
2	Panakkukang	199,18	0,46
3	Senre	148,11	0,34
Jumlah		**432,21**	**1**

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai Koefisien Thiessen yaitu sebagai berikut:

$$C_i = \frac{A_i}{Atotal}$$

$$C_i = \frac{84{,}92}{432{,}21} = 0{,}20$$

Dimana :

C_i = Nilai Koefisien Thiessen pada stasiun i

A_i = Luas pada stasiun i (Km^2)

$Atotal$ = Luas DAS (Km^2)

Untuk menghitung curah hujan maksimum rata-rata dapat dilakukan dengan memilih curah hujan pada setiap tstasiun pada tahun yang sama dan untuk rata-rata Thiessen dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

R = (R1 x C1) + (R2 x C2) + (R3 x C3)

R = (49 x 0,20) + (55 x 0,46) + (20 x 0,34)

R = 41,83

Dimana :

R = Curah hujan (mm)

C1, C2, … = Nilai Koefisien Thiessen pada setiap stasiun

R1, R2, … = Tinggi curah hujan ada setiap stasiun (mm)

Tabel 9 Curah Hujan Maksimum Rerata Metode Polygon Thiessen

NO	TAHUN	TANGGAL KEJADIAN	NAMA STASIUN			Poligon	MAX
			Paotere	Senre	Panakukkang	Thiessen	
1	2001	03-Jan	49	55	20	41,83	114,62
		03-Feb	0	123	80	84,10	
		02-Feb	0	100	200	114,62	
2	2002	15-Dec	150	0	0	29,47	122,37
		03-Jan	75	183	68	122,37	
		06-Mar	0	0	161	55,17	
3	2003	18-Jan	300	0	6	61,00	71,96
		20-Feb	0	138	0	63,60	
		10-Jan	0	0	210	71,96	
4	2004	20-Dec	135	0	0	26,52	85,56
		08-Feb	83	125	34	85,56	
		20-Jan	21	18	128	56,28	
5	2005	25-Jan	150	0	0	29,47	63,71
		20-Dec	0	110	38	63,71	
		05-Jan	0	32	141	63,06	
6	2006	16-Feb	250	0	69	72,76	139,63
		29-Mar	0	303	0	139,63	
		28-Dec	0	0	110	37,69	
7	2007	05-Jan	125	0	2	25,25	135,28
		01-Jan	23	225	79	135,28	
		02-Jan	0	105	97	81,63	
8	2008	07-May	120	0	0	23,58	109,67
		05-Feb	55	190	33	109,67	
		02-Feb	93	8	181	83,98	
9	2009	18-Dec	189	3	49	55,31	108,00
		30-Jan	56	180	41	108,00	
		29-Jan	75	0	113	53,46	
10	2010	06-Jan	117	53	60	67,97	76,14
		13-Jan	31	123	39	76,14	
		19-Jan	0	20	91	40,40	
11	2011	26-Oct	**91**	67	8	51,57	79,89
		24-Mar	0	**90**	1	41,82	
		04-Feb	0	12	**217**	79,89	
12	2012	20-Jan	**150**	0	20	36,33	70,49
		08-Jan	0	**118**	47	70,49	
		14-Mar	70	0	**115**	53,16	
13	2013	01-Jan	**142**	0	193	94,04	142,63
		02-Jan	119	**203**	75	142,63	
		01-Jan	142	0	**193**	94,04	
14	2014	08-Mar	**100**	6	0	22,41	55,05
		07-Dec	0	**115**	6	55,05	
		07 April	0	0	**135**	46,26	

Lanjutan Tabel 9

15	2015	18-Dec	**140**	169	131	150,28	150,28
		18-Dec	140	**169**	131	150,28	
		17-Dec	119	23	**139**	81,61	
16	2016	25-Sep	**155**	45	0	51,19	83,30
		12-Feb	0	**114**	33	63,84	
		24-Oct	120	24	**142**	83,30	
17	2017	05-Jan	**160**	8	8	37,86	151,63
		21-Dec	86	**160**	178	151,63	
		21-Dec	86	160	**178**	151,63	
18	2018	08-Feb	**159**	31	29	55,46	123,94
		07-Feb	63	**193**	66	123,94	
		13-Mar	0	97	**145**	94,39	
19	2019	22-Jan	**163**	110	55	101,57	175,35
		21-Jan	136	**237**	115	175,35	
		28 April	4	72	**125**	76,80	
20	2020	19-Oct	**139**	154	16	103,76	103,76
		19-Oct	139	**154**	16	103,76	
		27-May	0	0	**160**	54,83	
Jumlah							2163,28
Rata- rata							108,16

Pada tabel diatas dapat dilihat pada tanda berwarna biru merupakan terjadinya curah hujan tinggi dalam satu tahun.

2. Distribusi Curah Hujan Rancangan

Metode distribusi harus terlebih dahulu di uji melalui pengukuran disperse. Pada pengukuran disperse dapat dilakukan pengukuran terhadap besarnya parameter statistik yang berupa koefisien kemencengan (skewness) atau Cs, koefisien kepuncakan (kurtosis) atau Ck dan koefisien variasi atau Cv, untuk menghitung faktor Cs, Ck dan Cv diperlukan parameter perhitungan faktor yang disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 10 Parameter Uji Distribusi Statistik

No.	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Xi-Xrt	$(Xi-Xrt)^2$	$(Xi-Xrt)^3$	$(Xi-Xrt)^4$
1	2001	114,62	6,46	41,68	269,09	1737,21
2	2002	122,37	14,21	201,86	2868,03	40748,42

Lanjutan Tabel 10

3	2003	71,96	-36,20	1310,53	-47442,95	1717495,57
4	2004	85,56	-22,60	510,77	-11543,56	260887,37
5	2005	63,71	-44,45	1975,79	-87823,60	3903746,75
6	2006	139,63	31,47	990,40	31168,29	980883,02
7	2007	135,28	27,12	735,26	19937,22	540612,48
8	2008	109,67	1,51	2,28	3,45	5,20
9	2009	108,00	-0,16	0,03	0,00	0,00
10	2010	76,14	-32,03	1025,63	-32846,14	1051911,13
11	2011	79,89	-28,27	799,33	-22599,00	638928,41
12	2012	70,49	-37,68	1419,71	-53493,18	2015570,02
13	2013	142,63	34,47	1188,08	40951,13	1411522,49
14	2014	55,05	-53,11	2820,82	-149818,06	7957052,65
15	2015	150,28	42,12	1773,76	74703,80	3146228,75
16	2016	83,30	-24,87	618,32	-15375,01	382314,34
17	2017	151,63	43,46	1889,17	82112,22	3568976,94
18	2018	123,94	15,77	248,79	3924,22	61897,31
19	2019	175,35	67,18	4513,75	303253,34	20373898,09
20	2020	103,76	-4,40	19,37	-85,26	375,26
Jumlah		2163,28	0,00	22085,33	138164,02	48054791,40
Rata-Rata (Xrt)		**108,16**				
Sx		**34,09**				
Cs		**0,20**				
Ck		**2,45**				
Cv		**0,32**				

Dari tabel di atas didapatkan nilai Standar Deviasi *(Sd),* Koefisien Kemencengan *Skwness* (Cs), Koefisien Kurtosis (Ck) dan Koefisien Variasi (Cv) didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

- Standar Deviasi (*Sd*)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xrt)^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{22085,33}{20 - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{22085,33}{19}}$$

$$Sd = 34,09\ mm$$

- Koefisien Kemencengan *Skwness* (*Cs*)

$$C_s = \frac{n\sum(Xi - Xrt)^3}{(\mathrm{n}-1)(\mathrm{n}-2)(Sd)^3}$$

$$C_s = \frac{20\ \times 138164,02}{(20-1)(20-2)(34,09)^3}$$

$$C_s = \frac{2763280,40}{(19)(18)(39616,95)}$$

$$C_s = \frac{2763280,40}{13553498,99}$$

$$C_s = 0,20\ mm$$

- Koefisien Kurtosis (*Ck*)

$$C_k = \frac{n^2\sum(Xi - Xrt)^4}{(\mathrm{n}-1)(\mathrm{n}-2)(\mathrm{n}-3)(Sd)^4}$$

$$C_k = \frac{20^2\ \times 48054791,40}{(20-1)(20-2)(20-3)(34,09)^4}$$

$$C_k = \frac{19221916560}{(19)(18)(17)(1350541,721)}$$

$$C_k = \frac{19221916560}{7852049564,79}$$

$$C_k = 2,45\ mm$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$c_v = \frac{S_d}{Xrt}$$

$$c_v = \frac{34{,}09}{108{,}16} = 0{,}32\ mm$$

Tabel 11 Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Bentuk Log

No.	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Log Xi	Xi-Xrt	(Xi-Xrt)^2	(Xi-Xrt)^3	(Xi-Xrt)^4
1	2001	114,62	2,06	0,05	0,0022	0,0001	0,0000
2	2002	122,37	2,09	0,08	0,0057	0,0004	0,0000
3	2003	71,96	1,86	-0,16	0,0241	-0,0037	0,0006
4	2004	85,56	1,93	-0,08	0,0064	-0,0005	0,0000
5	2005	63,71	1,80	-0,21	0,0434	-0,0090	0,0019
6	2006	139,63	2,14	0,13	0,0176	0,0023	0,0003
7	2007	135,28	2,13	0,12	0,0141	0,0017	0,0002
8	2008	109,67	2,04	0,03	0,0008	0,0000	0,0000
9	2009	108,00	2,03	0,02	0,0004	0,0000	0,0000
10	2010	76,14	1,88	-0,13	0,0171	-0,0022	0,0003
11	2011	79,89	1,90	-0,11	0,0121	-0,0013	0,0001
12	2012	70,49	1,85	-0,16	0,0270	-0,0044	0,0007
13	2013	142,63	2,15	0,14	0,0201	0,0028	0,0004
14	2014	55,05	1,74	-0,27	0,0738	-0,0201	0,0054
15	2015	150,28	2,18	0,16	0,0270	0,0044	0,0007
16	2016	83,30	1,92	-0,09	0,0084	-0,0008	0,0001
17	2017	151,63	2,18	0,17	0,0283	0,0048	0,0008
18	2018	123,94	2,09	0,08	0,0065	0,0005	0,0000
19	2019	175,35	2,24	0,23	0,0536	0,0124	0,0029
20	2020	103,76	2,02	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
Jumlah			**40,25**	**0,00**	**0,3887**	**-0,0126**	**0,0112**
Rata-Rata (Xrt)			**2,01**				
Sd			**0,14**				
Cs			**-0,25**				
Ck			**1,85**				
Cv			**0,07**				

Dari tabel di atas didapatkan nilai Standar Deviasi (*Sd),* Koefisien Kemencengan *Skwness* (Cs), Koefisien Kurtosis (Ck) dan Koefisien Variasi (Cv) didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

- Harga Rata-rata *mean*

$$x_{rt} = \frac{\sum x}{n}$$

$$x_{rt} = \frac{40{,}25}{20}$$

$$x_{rt} = 2{,}01\ mm$$

- Standar Deviasi (*Sd*)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xrt)^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{0{,}3887}{20-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{0{,}3887}{19}}$$

$$Sd = 0{,}14\ mm$$

- Koefisien Kemencengan *Skwness* (*Cs*)

$$C_s = \frac{n\sum(Xi - Xrt)^3}{(\mathrm{n}-1)(\mathrm{n}-2)(Sd)^3}$$

$$C_s = \frac{20 \times (-0{,}0126)}{(20-1)(20-2)(0{,}14)^3}$$

$$C_s = \frac{-0{,}2514}{(19)(18)(0{,}002744)}$$

$$C_s = \frac{-0{,}2514}{0{,}938448}$$

$$C_s = -0{,}25\ mm$$

- Koefisien Kurtosis (*Ck*)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (Xi - Xrt)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(Sd)^4}$$

$$C_k = \frac{20^2 \times 0{,}0112}{(20-1)(20-2)(20-3)(0{,}14)^4}$$

$$C_k = \frac{4{,}50}{(19)(18)(17)(0{,}00042)}$$

$$C_k = \frac{4{,}50}{2{,}43}$$

$$C_k = 1{,}85\ mm$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$c_v = \frac{S_d}{Xrt}$$

$$c_v = \frac{0{,}14}{2{,}01}$$

$$c_v = 0{,}07\ mm$$

Tabel 12 Penentuan Distribusi Curah Hujan Berdasarkan Hasil Pengujian Distribusi Statistik

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	0,20	Tidak memenuhi
		Ck = 3	2,45	
3	Gumbel	Cs =1,1396	0,20	Tidak Memenuhi
		Ck = 5,4002	2,45	
2	Log Normal	Cs = Cv^3+3Cv = 3	0,21	Tidak memenuhi
		Ck = Cv^8 + $6Cv^6$ + $15Cv^4$ +$16Cv^2$ + 3 = 5,383	3,08	
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel	-0,25	Memenuhi
			1,85	

Berdasarkan hasil pengujian distribusi statistik pada tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa metode Log Pearson Type III memenuhi persyaratan dari pengujian distribusi.

3. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan bertujuan untuk menentukan kemungkinan terulangnya curah hujan bulanan maksimum dalam menentukan debit banjir rencana.

Data curah hujan yang digunakan yaitu dari Stasiun Paotere, Stasiun Panakkukang dan Stasiun Senre mulai dari tahun 2001 – 2020. Adapun metode yang digunakan dalam menentukan frekuensi curah hujan maksimum yaitu metode distribusi Gumbel, Log Pearson Type III dan Iwai Kadoya.

a) Metode Gumbel

Tabel 13 Analisis data curah hujan Metode Gumbel

No	Curah Hujan (Xi) (Tahun)	Kala Ulang (Tahun)	Xi^2	(Xi - Xr)	$(Xi - Xr)^2$	$(Xi - Xr)^3$	$(Xi - Xr)^4$
1	175,35	0,05	30747,14	67,18	4513,75	303253,34	20373898,09
2	151,63	0,10	22991,30	43,46	1889,17	82112,22	3568976,94
3	150,28	0,14	22584,16	42,12	1773,76	74703,80	3146228,75
4	142,63	0,19	20344,08	34,47	1188,08	40951,13	1411522,49
5	139,63	0,24	19497,87	31,47	990,40	31168,29	980883,02
6	135,28	0,29	18300,67	27,12	735,26	19937,22	540612,48
7	123,94	0,33	15360,47	15,77	248,79	3924,22	61897,31
8	122,37	0,38	14974,92	14,21	201,86	2868,03	40748,42
9	114,62	0,43	13137,79	6,46	41,68	269,09	1737,21
10	109,67	0,48	12028,50	1,51	2,28	3,45	5,20
11	108,00	0,52	11664,87	-0,16	0,03	0,00	0,00
12	103,76	0,57	10766,74	-4,40	19,37	-85,26	375,26
13	85,56	0,62	7321,19	-22,60	510,77	-11543,56	260887,37
14	83,30	0,67	6938,60	-24,87	618,32	-15375,01	382314,34
15	79,89	0,71	6382,70	-28,27	799,33	-22599,00	638928,41
16	76,14	0,76	5797,12	-32,03	1025,63	-32846,14	1051911,13

Lanjutan Tabel 13

17	71,96	0,81	5178,66	-36,20	1310,53	-47442,95	1717495,57
18	70,49	0,86	4968,16	-37,68	1419,71	-53493,18	2015570,02
19	63,71	0,90	4059,52	-44,45	1975,79	-87823,60	3903746,75
20	55,05	0,95	3030,81	-53,11	2820,82	-149818,06	7957052,65
∑	**2163,28**	**10,00**	**256075,27**	**0,000**	**22085,33**	**138164,02**	**48054791,40**

Berdasarkan data curah hujan yang ada diatas, kemudian dilakukan perhitungan curah hujan rencana sebagai berikut.

- Menghitung Curah Hujan Rata – rata (Xr)

$$Xr = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{2163,28}{20} = 108,16$$

- Menghitung Standar Deviasi (Sx)

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{22085,33}{20-1}} = 34,09$$

- Menghitung Koefisien Asimetris (Cs)

$$c_s = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(X_1 - X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)Sx^3}$$

$$c_s = \frac{20 \times 138164,02}{(20-1)(20-2)34,09^3}$$

$$c_s = \frac{2763280,35}{13553499,02}$$

$$c_s = 0,20$$

- Menghitung Koefisien Kortusis (Ck)

$$c_k = \frac{1}{n}\frac{\sum_{i=1}^{n}(Xi - Xrt)^4}{Sx^4}$$

$$c_k = \frac{1}{20}\frac{48054791,40}{34,09^4}$$

$$c_k = \frac{1}{20}\frac{48054791{,}40}{34{,}09^4}$$

$$c_k = \frac{1}{20}\frac{48054791{,}40}{1351140{,}25}$$

$$c_k = 1{,}78$$

- Menghitung Faktor Frekuensi (K)

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

$$K = \frac{0{,}3664 - 0{,}52}{1{,}06}$$

$$K = -0{,}1448$$

Dimana :

Yt = Reduksi Variated (dapat dilihat pada tabel lampiran Yt untuk N = 20 tahun)

Yn = Reduces mean (dapat dilihat pada tabel lampiran Yn untuk N = 20 tahun)

Sn = Reduced standar deviation (dapat dilihat pada tabel lampiran Sn untuk N = 20 tahun)

- Menghitung besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang t (Xt)

$$Xt = Xr + (Sx \times K)$$

$$Xt = 108{,}16 + (34{,}09 \times (-0{,}1448))$$

$$Xt = 103{,}23\ mm$$

Untuk langkah perhitungan pada periode ulang tahun (T) selanjutnya sama dengan perhitungan diatas. Hasil perhitungan periode ulang tahun (T) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 14 Hasil Perhitungan curah hujan rencana Metode Gumbel

Tahun	Yn	Sn	Yt	K	Sx	K.Sx	Xr	Xt = (Xr+(K.Sx))
2	0,52	1,06	0,3665	-0,1448	34,09	-4,94	108,16	103,23
10	0,52	1,06	2,2502	1,6323	34,09	55,65	108,16	163,81
25	0,52	1,06	3,1985	2,5269	34,09	86,15	108,16	194,32

b) Metode Log Pearson Type III

Tabel 15 Analisis data curah hujan Metode Log Pearson Type III

No	Kala Ulang (Tahun)	P (%)	Xi	Log Xi	(Log Xi-log Xr)	(Log Xi - Log Xr)^2	(Log Xi - Log Xr)^3
1	0,05	4,76	175,35	2,24	0,2315	0,0536	0,0124
2	0,10	9,52	151,63	2,18	0,1683	0,0283	0,0048
3	0,14	14,29	150,28	2,18	0,1645	0,0270	0,0044
4	0,19	19,05	142,63	2,15	0,1418	0,0201	0,0028
5	0,24	23,81	139,63	2,14	0,1325	0,0176	0,0023
6	0,29	28,57	135,28	2,13	0,1188	0,0141	0,0017
7	0,33	33,33	123,94	2,09	0,0808	0,0065	0,0005
8	0,38	38,10	122,37	2,09	0,0752	0,0057	0,0004
9	0,43	42,86	114,62	2,06	0,0468	0,0022	0,0001
10	0,48	47,62	109,67	2,04	0,0277	0,0008	0,0000
11	0,52	52,38	108,00	2,03	0,0210	0,0004	0,0000
12	0,57	57,14	103,76	2,02	0,0036	0,0000	0,0000
13	0,62	61,90	85,56	1,93	-0,0802	0,0064	-0,0005
14	0,67	66,67	83,30	1,92	-0,0918	0,0084	-0,0008
15	0,71	71,43	79,89	1,90	-0,1099	0,0121	-0,0013
16	0,76	76,19	76,14	1,88	-0,1308	0,0171	-0,0022
17	0,81	80,95	71,96	1,86	-0,1553	0,0241	-0,0037
18	0,86	85,71	70,49	1,85	-0,1644	0,0270	-0,0044
19	0,90	90,48	63,71	1,80	-0,2082	0,0434	-0,0090
20	0,95	95,24	55,05	1,74	-0,2717	0,0738	-0,0201
Jumlah			**2163,28**	**40,25**	**-0,0001**	**0,39**	**-0,013**

Berdasarkan data curah hujan diatas dapat dilakukan perhitungan hujan rencana menggunakan rumus – rumus berikut.

- Menghitung Curah hujan rata – rata (Xr)

$$Log\ Xr = \frac{\sum(\text{Log Xi})}{n} = \frac{40{,}25}{20} = 2{,}012$$

- Menghitung Simpangan baku (Sx)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(Log\ Xi - Log\ Xr)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0{,}39}{20-1}} = 0{,}143$$

- Menghitung Koefisien kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n\sum(Log\ Xi - Log\ Xr)^3}{(n-1)(n-2)(Sx)^3}$$

$$Cs = \frac{20 \times (-0{,}013)}{(20-1)(20-2)(0{,}143)^3}$$

$$Cs = \frac{-0{,}251}{1{,}001}$$

$$Cs = -0{,}251$$

- Menghitung Harga G

Harga G untuk koefisien kemencengan dapat dilihat pada tabel lampiran harga G distribusi log pearson type III sesuai hasil perhitungan nilai Cs yang didapatkan. Apabila nilai Cs tidak ada pada tabel, maka dilakukan interpolasi untuk mendapatkan harga G yang sesuai.

Diketahui:

$Cs = -0{,}251$

Tabel Harga G untuk – 0,20 dan – 0,30:

Cs	2	10	25
-0,20	0,850	1,680	1,945
-0,30	0,853	1,643	1,890

Interpolasi nilai $Cs = -0{,}251$ ke persamaan berikut:

$$\frac{(-0{,}20)-(-0{,}30)}{(-0{,}251)-(-0{,}30)}=\frac{0{,}850-0{,}853}{G-0{,}853}$$

$$\frac{0{,}1}{0{,}049}=\frac{-0{,}003}{G-0{,}853}$$

$$0{,}1\times(G-0{,}853)=0{,}049\times(-0{,}003)$$

$$0{,}1x-0{,}0853=-0{,}000147$$

$$0{,}1G=-0{,}000147+0{,}0853$$

$$0{,}1G=0{,}08515$$

$$G=\frac{0{,}08515}{0{,}1}=0{,}8515$$

- Menghitung besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang t (Xt)

$$Log\ Xt=Log\ Xr+(Sx\times G)$$

$$Log\ Xt=2{,}01+(0{,}143\times 0{,}8515)$$

$$Log\ Xt=2{,}012+0{,}122$$

$$Log\ Xt=2{,}134$$

$$Xt=136{,}22\ mm$$

Untuk langkah perhitungan pada periode ulang tahun (T) selanjutnya sama dengan perhitungan diatas. Hasil perhitungan periode ulang tahun (T) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 16 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III

No	Periode Ulang	G	Log Xt	Xt (mm)
1	2	0,8515	2,13	136,22
2	10	1,6610	2,25	177,84
3	25	1,9168	2,29	193,47

c) Metode Iwai Kadoya

Tabel 17 Analisis data curah hujan Metode Iwai Kadoya

No	Kala Ulang (Tahun)	P %	Xi	Log Xi	(Log Xi- Log X)	(Log Xi - Log X)²	(Log Xi- Log X)³
1	0,05	4,76	175,35	2,24	0,2315	0,0536	0,0124
2	0,10	9,52	151,63	2,18	0,1683	0,0283	0,0048
3	0,14	14,29	150,28	2,18	0,1645	0,0270	0,0044
4	0,19	19,05	142,63	2,15	0,1418	0,0201	0,0028
5	0,24	23,81	139,63	2,14	0,1325	0,0176	0,0023
6	0,29	28,57	135,28	2,13	0,1188	0,0141	0,0017
7	0,33	33,33	123,94	2,09	0,0808	0,0065	0,0005
8	0,38	38,10	122,37	2,09	0,0752	0,0057	0,0004
9	0,43	42,86	114,62	2,06	0,0468	0,0022	0,0001
10	0,48	47,62	109,67	2,04	0,0277	0,0008	0,0000
11	0,52	52,38	108,00	2,03	0,0210	0,0004	0,0000
12	0,57	57,14	103,76	2,02	0,0036	0,0000	0,0000
13	0,62	61,90	85,56	1,93	-0,0802	0,0064	-0,0005
14	0,67	66,67	83,30	1,92	-0,0918	0,0084	-0,0008
15	0,71	71,43	79,89	1,90	-0,1099	0,0121	-0,0013
16	0,76	76,19	76,14	1,88	-0,1308	0,0171	-0,0022
17	0,81	80,95	71,96	1,86	-0,1553	0,0241	-0,0037
18	0,86	85,71	70,49	1,85	-0,1644	0,0270	-0,0044
19	0,90	90,48	63,71	1,80	-0,2082	0,0434	-0,0090
20	0,95	95,24	55,05	1,74	-0,2717	0,0738	-0,0201
∑			**2163,28**	**40,25**	**0,00**	**0,39**	**-0,01**

- Perhitungan Log X, X, dan X^2

$\Sigma(Log\ Xi) = 40{,}25$

$n = 20$

$Log\ X = \frac{\Sigma(Log\ Xi)}{n} = \frac{40{,}25}{20} = 2{,}01$

$X = 102{,}91$

$X^2 = 10590{,}16$

Tabel 18 Perhitungan nilai b

No	Xs	Xt	Xs x Xt	Xs + Xt	(4)- X²	2x- (5)	bi = (6)/(7)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	175,35	55,05	7320,15	230,40	-3270,01	-24,58	133,01
2	151,63	63,71	8458,46	215,34	-2131,70	-9,53	223,77
						Σbi	356,78
						b	178,39

Tabel 19 Perhitungan Probabilitas Curah Hujan Harian

No	Xi	Log XI	Xi +b	Log(Xi + b)	{Log(Xi+b)}²
1	175,35	2,244	353,740	2,55	6,50
2	151,63	2,181	330,020	2,52	6,34
3	150,28	2,177	328,672	2,52	6,33
4	142,63	2,154	321,024	2,51	6,28
5	139,63	2,145	318,026	2,50	6,26
6	135,28	2,131	313,671	2,50	6,23
7	123,94	2,093	302,329	2,48	6,15
8	122,37	2,088	300,764	2,48	6,14
9	114,62	2,059	293,012	2,47	6,09
10	109,67	2,040	288,066	2,46	6,05
11	108,00	2,033	286,396	2,46	6,04
12	103,76	2,016	282,154	2,45	6,00
13	85,56	1,932	263,956	2,42	5,86
14	83,30	1,921	261,690	2,42	5,85
15	79,89	1,903	258,283	2,41	5,82
16	76,14	1,882	254,530	2,41	5,79
17	71,96	1,857	250,354	2,40	5,75
18	70,49	1,848	248,877	2,40	5,74
19	63,71	1,804	242,106	2,38	5,68
20	55,05	1,741	233,444	2,37	5,61
Jumlah	2163,28	40,25	5731,12	49,09	120,52
				2,45	6,03
				Xo	Xa

- Menghitung Nilai Xo dan Xa

$$Xo = \frac{\Sigma\, Log\ (Xi + b)}{n}$$

$$Xo = \frac{49{,}09}{20}$$

$$Xo = 2{,}45$$

$$Xa = \frac{\Sigma\ (Log\ (Xi = b))^2}{n}$$

$$Xa = \frac{120{,}52}{20}$$

$$Xa = 6{,}03$$

- Menghitung nilai 1/c

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2n}{n-1}} \times \sqrt{(Xa - Xo^2)}$$

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2 \times 20}{20-1}} \times \sqrt{(6{,}03 - 2{,}45^2)}$$

$$\frac{1}{c} = 0{,}241$$

Tabel 20 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Iwai Kadoya

T	ε_t	(1/a) x ε_t	(1/a) x ε_t+ X0	Log^{-1} ((1/a) x ε_t+ X0)	XT =(5) - b
1	2	3	4	5	6
2	0,0000	0,00	2,45	304,64	126,247
10	0,9062	0,22	2,67	360,26	181,868
25	1,2379	0,30	2,75	377,37	198,983

Tabel 21 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel, Log Pearson Type III, dan Iwai Kadoya

No	Periode Ulang	Gumbel	Iwai Kadoya	Log Pearson Type III
1	2	103,23	126,25	136,22
2	10	163,81	181,87	177,84
3	25	194,32	198,98	193,47

4. Analisis Intensitas Curah Hujan

Berdasarkan hasil pengujian distribusi statistik pada tabel 10, hasil perhitungan curah hujan metode Log Pearson Type III akan digunakan dalam menentukan intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe.

Tabel 22 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III

No	Periode Ulang (Tahun)	Log Pearson Type III
1	2	136,22
3	10	177,84
4	25	193,47

Rumus perhitungan intensitas curah hujan (I) yang digunakan yaitu rumus Mononobe berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left[\frac{24}{t}\right]^{2/3}$$

Untuk perhitungan interval 2 tahun dengan t = 10 menit maka dapat diperoleh intensitas curah hujan sebesar :

$$I = \frac{136,22}{24}\left[\frac{24}{10/60}\right]^{2/3}$$

$$I = 5,68[144]^{2/3}$$

$I = 155{,}934\ mm$

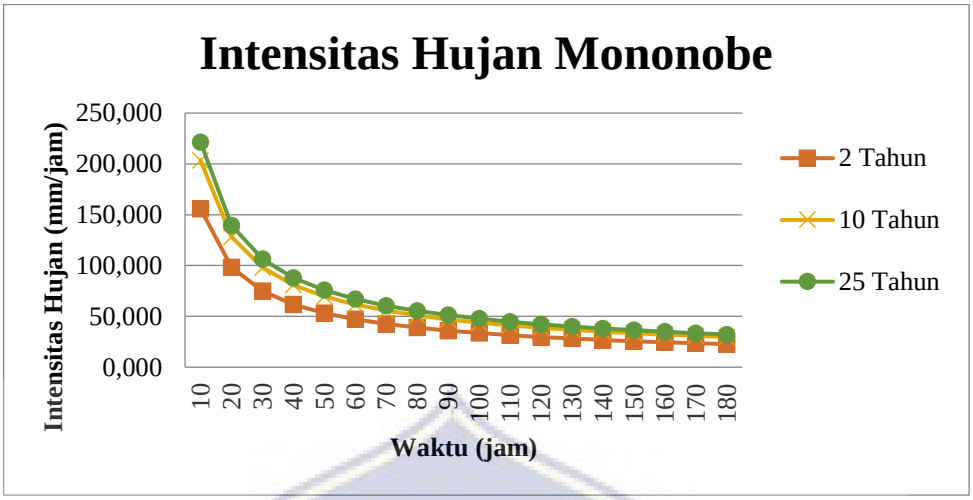
Untuk waktu (t) berikutnya dihitung menggunakan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 23 Hasil Analisis Intensitas Curah Hujan

Metode Mononobe

t (menit)	136,22	177,84	193,47
	2 Tahun	10 Tahun	25 Tahun
10	155,934	203,575	221,466
20	98,232	128,244	139,515
30	74,965	97,869	106,470
40	61,883	80,789	87,889
50	53,329	69,622	75,740
60	47,225	61,653	67,072
70	42,613	55,632	60,521
80	38,984	50,894	55,367
90	36,040	47,050	51,185
100	33,595	43,859	47,713
110	31,527	41,159	44,776
120	29,750	38,839	42,253
130	28,204	36,821	40,057
140	26,845	35,046	38,126
150	25,638	33,471	36,412
160	24,558	32,061	34,879
170	23,585	30,791	33,497
180	22,704	29,640	32,245

Secara grafis intensitas curah hujan dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini.



Gambar 10 Grafik Intensitas Curah Hujan dengan Metode Mononobe

Pada grafik diatas dapat dilihat hubungan antara intensitas curah hujan (mm/jam) dan lama hujan atau waktu (jam). Frekuensi curah hujan disajikan dalam bentuk IDF (intencity Duration Frekuency). Sehinggan dari grafik dapat ditarik kesimpulan yaitu :

- Semakin singkat hujan berlangsung maka intensitas hujan yang terjadi semakin tinggi, begitupula sebaliknya.
- Semakin besar periode ulang yang terjadi maka intensitas hujan akan semakin tinggi, begitupula sebaliknya.

5. Distribusi Hujan Jam – Jaman

Tabel 24 Perhitungan Hujan Rata-rata Dalam T Jam

No.	T (jam)	R_T (mm/jam)
A.	1	0,5503 R_2
B.	2	0,3467 R_5
C.	3	0,2646 R_{10}
D.	4	0,2184 R_{25}
E.	5	0,1882 R_{50}
F.	6	0,1667 R_{100}

Untuk mendapatkan nilai R_T pada tabel digunakan rumus sebagai berikut :

$$R_T = \left\{\frac{R_{24}}{t}\right\} \cdot \left\{\frac{t}{T}\right\}^{2/3}$$

Dimana :

R_T = Intensitas Hujan Rata-rata Dalam T Jam (mm/jam)

R_{24} = Curah Hujan Efektif Dalam Satu Hari (mm)

T = Waktu Mulai Hujan (jam)

t = Waktu Konsentrasi Hujan (Jam)

(Untuk Indonesia t = 6 Jam)

Tabel 25 Perhitungan Hujan Netto

Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rancangan (mm)	Koef. Pengaliran (C)	Hujan Netto Rn (mm)
2	136,221	0,70	95,355
10	177,839	0,70	124,487
25	193,469	0,70	135,428

Tabel 26 Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman

t	Rt	Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)		
		2	10	25
		95,355	124,487	135,428
(Jam)	(%)	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt		
1	55,032%	52,476	68,508	74,529
2	14,304%	13,640	17,807	19,372
3	10,034%	9,568	12,491	13,589
4	7,988%	7,617	9,944	10,818
5	6,746%	6,432	8,397	9,135
6	5,896%	5,622	7,340	7,985

6. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Qr)

Perhitungan debit banjir rencana yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rasional dengan periode ulang 2, 10 dan 25 tahun. Rumus yang digunakan dalam menentukan debit banjir rencana yaitu :

$$Q = 0{,}2778.C.I.A$$

Dimana :

Q = Debit puncak banjir (m^3/dtk)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas area (km^2)

C = Koefisien aliran, tergantung pada jenis permukaan lahan.

Sebelumnya didapatkan nilai koefisien pengaliran (C), nilai intensitas curah hujan (I) dengan kala ulang 2, 10 dan 25 tahun serta luas area yang didapatkan pada catchment. Maka selanjutnya dapat dihitung debit banjir rencana untuk kala ulang sebagai berikut:

Diketahui:

I = 136,22 mm/jam

C = 0,70

A = 16196,738 m^2 = 0,01620 km^2

$Q = 0{,}2778.C.I.A$

$Q = 0{,}2778 \times 0{,}70 \times 136{,}221 \times 0{,}01620$

$Q = 0{,}429\ m^3/dtk$

Untuk hasil perhitungan debit banjir rencana kala ulang 2,10 dan 25 tahun selangkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 27 Debit Banjir Rencana Kala Ulang 2, 10 dan 25 Tahun

No	Kala Ulang (Tahun)	Debit Rencana Qr (m^3/dtk)
1	2	0,429
2	10	0,560
3	25	0,609

B. Analisis Hidrolika

Analisis kapasitas tampung saluran (full bank capacity) merupakan analisis hidrolika dengan maksud untuk melakukan evaluasi kapasitas tamping saluran dengan debit banjir rencana. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Kapasitas tampung saluran merupakan besarnya debir tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran dalam menampung limpasan air hujan yang terjadi.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu, rumus ini dapat digunakan secara luas untuk menghitung kapasitas saluran.

1. Analisa Kapasitas Drainase

Analisa ini dilakukan sebagai control terhadap perhitungan debit banjir rencana. Dari data – data yang telah diketahui dapat dihitung kapasitas maksimal debit dengan menggunakan rumus manning.

a) Saluran Sisi Kanan

Diketahui dimensi saluran :

Panjang saluran (L) = 1100 m

Lebar atas (B) = 0,80 m

Lebar bawah (b) = 0,70 m

Tinggi saluran (H) = 0,55 m

Tinggi muka air (h) = 0,27 m

Luas penampang basah (A):

$A = (b + mh)h$

$A = (0{,}70 + (1 \times 0{,}27)) \times 0{,}27$

$A = \ 0{,}26\ m^2$

Keliling basah (P):

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

$P = 0{,}70 \times 2 \times 0{,}27\sqrt{1^2 + 1}$

$P = 0{,}53\ m^2$

Jari – jari hidrolis (R):

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

$R = \frac{0{,}26}{0{,}53}$

$R = 0{,}49\ m$

Kecepatan aliran (V):

$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

$V = \frac{1}{0{,}013} \times 0{,}49^{2/3} \times 0{,}000582^{1/2}$

$V = 1.15\ m/dtk$

b) Saluran Sisi Kiri

Diketahui dimensi saluran:

Panjang saluran (L) = 1100 m

Lebar atas (B) = 0,79 m

Lebar bawah (b) = 0,70 m

Tinggi saluran (H) = 0,40 m

Tinggi muka air (h) = 0,23 m

Luas penampang basah (A):

$A = (b + mh)h$

$A = (0{,}70 + (1 \times 0{,}23)) \times 0{,}23$

$A = \ 0{,}21\ m^2$

Keliling basah (P):

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

$P = 0{,}70 \times 2 \times 0{,}23\sqrt{1^2 + 1}$

$P = 0{,}46\ m^2$

Jari – jari hidrolis (R):

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

$R = \frac{0{,}21}{0{,}46}$

$R = 0{,}47\ m$

Kecepatan aliran (V):

$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

$$V = \frac{1}{0{,}013} \times 0{,}47^{2/3} \times 0{,}000582^{1/2}$$

$$V = 1.12\ m/dtk$$

Tabel 28 Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Saluran	Dimensi Saluran				m	Dimensi Hidrolis			n	S	V (m/dtk)
	B (m)	b (m)	H (m)	h (m)		A (m^2)	P (m^2)	R (m^2)			
Kanan	0,80	0,70	0,55	0,27	1,00	0,26	0,53	0,49	0,013	0,000582	1,15
Kiri	0,79	0,70	0,40	0,23	1,00	0,21	0,46	0,47	0,013	0,000582	1,12

2. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Eksisting (Qs)

Perhitungan daya tampung debit saluran dapat dihitng dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_s = V \times A$$

a) Saluran Sisi Kanan

Debit Saluran:

$$Q_s = V \times A$$

$$Q_s = 1{,}15 \times 0{,}26$$

$$Q_s = 0{,}302\ m^3/dtk$$

b) Saluran Sisi Kiri

Debit Saluran:

$$Q_s = V \times A$$

$$Q_s = 1{,}12 \times 0{,}21$$

$$Q_s = 0{,}240\ m^3/dtk$$

Tabel 29 Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran dengan Debit Rencana

Saluran	Qs (m3/dtk)	QT (m3/dtk)			Keterangan QS > QT
		2 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	
Saluran Kanan	0,302	0,429	0,560	0,609	Tidak Memenuhi
Saluran Kiri	0,240	0,429	0,560	0,609	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil perbandingan kapasitas eksisting saluran drainase dengan debit rencana pada tabel diatas, kapasitas eksisting saluran drainase yang ada sudah tidak memenuhi dan menyebabkan air hujan meluap dan menggenangi daerah sekitarnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya luapan banjir yaitu meningkatkan kapasitas saluran dengan mendesain saluran drainase berdasarkan debit rencana kala ulang 25 tahun.

3. Analisa Kapasitas Drainase Rencana

Rencana perbaikan drainase dilakukan untuk mencegah terjadinya genangan akibat saluran yang tidak mampu menampung debit yang terjadi. Dalam perencanaan ini, penulis memberikan beberapa pilihan yang dapat diambil setelah dilakukan perhitungan berdasarkan faktor yang dapat dilihat di lapangan. Dimensi saluran yang dipilih menggunakan tipe saluran yang tetap yaitu saluran penampang trapesium dengan dimensi saluran yang diperbesar. Untuk perhitungannya dapat diliat pada penjelasan berikut ini:

a) Saluran Sisi Kanan

Diketahui dimensi saluran :

Panjang saluran (L) = 1100 m

Lebar atas (B) = 1 m

Lebar bawah (b) = 0,90 m

Tinggi saluran (H) = 0,80 m

Tinggi muka air (h) = 0,45 m

Luas penampang basah (A):

$A = (b + mh)h$

$A = (0{,}90 + (1 \times 0{,}45)) \times 0{,}45$

$A = \ 0{,}61\ m^2$

Keliling basah (P):

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

$P = 0{,}90 \times 2 \times 0{,}45\sqrt{1^2 + 1}$

$P = 1{,}15\ m^2$

Jari – jari hidrolis (R):

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

$R = \frac{0{,}61}{1{,}15}$

$R = 0{,}53\ m$

Kecepatan aliran (V):

$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

$V = \frac{1}{0{,}013} \times 0{,}53^{2/3} \times 0{,}000582^{1/2}$

$V = 1.33\ m/dtk$

b) Saluran Sisi Kiri

Diketahui dimensi saluran:

Panjang saluran (L) = 1100 m

Lebar atas (B) = 0,90 m

Lebar bawah (b) = 0,70 m

Tinggi saluran (H) = 0,80 m

Tinggi muka air (h) = 0,50 m

Luas penampang basah (A):

$A = (b + mh)h$

$A = (0{,}70 + (1 \times 0{,}50)) \times 0{,}50$

$A = \ 0{,}60\ m^2$

Keliling basah (P):

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

$P = 0{,}70 \times 2 \times 0{,}50\sqrt{1^2 + 1}$

$P = 0{,}99\ m^2$

Jari – jari hidrolis (R):

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

$R = \frac{0{,}60}{0{,}99}$

$R = 0{,}61\ m$

Kecepatan aliran (V):

$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

$V = \frac{1}{0{,}013} \times 0{,}50^{2/3} \times 0{,}000582^{1/2}$

$V = 1.22\ m/dtk$

Tabel 30 Perhitungan Kapasitas Saluran Rencana

Saluran	Dimensi Saluran				m	Dimensi Hidrolis			n	S	V (m/dtk)
	B (m)	b (m)	H (m)	h (m)		A (m^2)	P (m^2)	R (m^2)			
Kanan	1,00	0,90	0,80	0,45	1,00	0,61	1,15	0,53	0,013	0,000582	1,33
Kiri	0,90	0,70	0,80	0,50	1,00	0,60	0,99	0,61	0,013	0,000582	1,22

4. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran Drainase Rencana (Qs)

Perhitungan daya tampung debit saluran drainase yang direncanakan dapat dihitng dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_s = V \times A$$

a) Saluran Sisi Kanan

Debit Saluran:

$Q_s = V \times A$

$Q_s = 1{,}33 \times 0{,}61$

$Q_s = 0{,}797\ m^3/dtk$

b) Saluran Sisi Kiri

Debit Saluran:

$Q_s = V \times A$

$Q_s = 1{,}22 \times 0{,}60$

$Q_s = 0{,}739\ m^3/dtk$

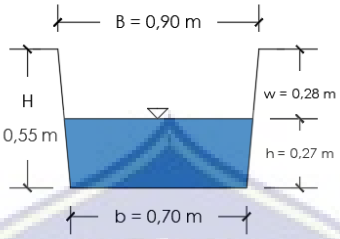
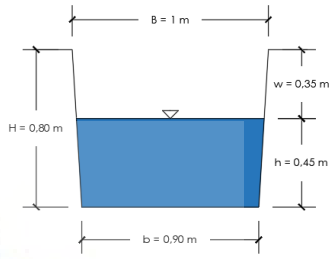
Tabel 31 Perbandingan Daya Tampung Debit Saluran Rencana Dan Debit Rencana

Saluran	Qs (m3/dtk)	QT (m3/dtk)			Keterangan QS > QT
		2 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	
Saluran Kanan	0,797	0,429	0,560	0,609	Memenuhi
Saluran Kiri	0,739	0,429	0,560	0,609	Memenuhi

5. Perbandingan Saluran Eksisting dan Saluran Rencana

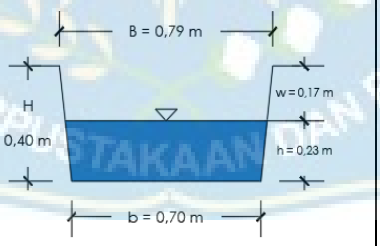
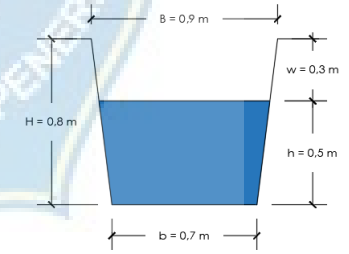
a) Saluran sisi kanan

Tabel 32 Perbandingan Saluran Eksisting Dan Saluran Rencana

Dimensi Saluran	Saluran Eksisting	Saluran Rencana
Bentuk Saluran		
Lebar Atas (B)	0,80 m	1,00 m
Lebar bawah (b)	0,70 m	0,90 m
Tinggi Muka Air (h)	0,27 m	0,45 m
Tinggi Saluran (H)	0,55 m	0,80 m
Tinggi Jagaan (w)	0,28 m	0,35 m
Kecepatan Aliran	1,15 m/dtk	1,22 m/dtk
Debit Saluran	0,302 m^3/dtk	0,797 m^3/dtk

b) Saluran sisi kiri

Tabel 33 Perbandingan Saluran Eksisting Dan Saluran Rencana

Dimensi Saluran	Saluran Eksisting	Saluran Rencana
Bentuk Saluran		
Lebar Atas (B)	0,79 m	0,90 m
Lebar bawah (b)	0,70 m	0,70 m
Tinggi Muka Air (h)	0,23 m	0,50 m
Tinggi Saluran (H)	0,4 m	0,80 m
Tinggi Jagaan (w)	0,17 m	0,30 m
Kecepatan Aliran	1,12 m/dtk	1,33 m/dtk
Debit Saluran	0,240 m^3/dtk	0,739 m^3/dtk

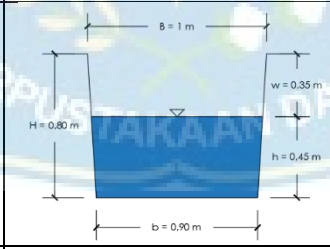
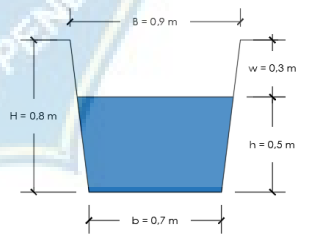
BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan tentang analisa perencanaan sistem drainase sebagai upaya penanggulangan banjir di Kecamatan Tallo Kota Makassar , dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil anlisis didapatkan besar kapasitas debit saluran eksisting di Jalan Gatot Subroto yaitu saluran kanan sebesar 0,302 m^3/dtk dan saluran kiri sebesar 0,240 m^3/dtk. Sedangkan, debit banjir rencana yang terjadi yaitu untuk kala ulang 2 tahun sebesar 0,429 m^3/dtk, debit banjir kala ulang 10 tahun sebesar 0,560 m^3/dtk dan debit banjir kala ulang 25 tahun sebesar 0,609 m^3/dtk, sehingga terjadi genangan banjir pada daerah tersebut.
2. Perencanaan sistem drainase yang dapat menampung debut aliran yang terjadi di jalan Gatot Subroto yaitu:

Dimensi Saluran	Saluran Sisi Kanan	Saluran Sisi Kiri
Bentuk Saluran		
Lebar Atas (B)	1,00 m	0,90 m
Lebar bawah (b)	0,90 m	0,70 m
Tinggi Muka Air (h)	0,45 m	0,50 m
Tinggi Saluran (H)	0,80 m	0,80 m
Tinggi Jagaan (w)	0,35 m	0,30 m
Kecepatan Aliran	1,22 m/dtk	1,33 m/dtk
Debit Saluran	0,797 m^3/dtk	0,739 m^3/dtk

B. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, penulis memberikan saran yang dapat membantu dan memberikan manfaat yaitu:

1. Dalam hal menanggulangi terjadinya banjir, harus segera dilakukan pembenahan saluran mengingat banjir dapat mengganggu berbagai aktivitas masyarakat.
2. Perlu adanya normalisasi pada saluran drainase dengan cara mengangkat sedimen yang menumpuk pada saluran yang dapt menghambat aliran air pada saluran.
3. Melakukan himbauan kepada masyarakat sekitar untuk tidak membuang sampah serta membangun bangunan permanen yang dapat merusak ataupun memperkecil ukuran saluran sehingga berpengaruh pada pengaliran pada saluran tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Sistem Drainase Perkotaan, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011

Asmorowati, Rahmawati, Sarasanty, dkk, 2021. *DRAINASE PERKOTAAN*. Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.

Bambang Triatmojo. 2008. Hidrologi Terapan: Yogyakarta.

Chay Asdak, 2014. Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai: Universitas Gajah Mada.

Daud, J., Maulana, A., & Anisah, A. (2019). *PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE UNTUK MENGATASI BANJIR PADA PEMUKIMAN PADAT PENDUDUK*. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, *14*(1).18-26.

Fairizi, D. (2015). *Analisis dan evaluasi saluran drainase pada kawasan perumnas talang kelapa di subdas lambidaro Kota Palembang*. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, *3*(1), 755-765.

Hadihardjaja, Joetata, 1997, *"Drainase Perkotaan",* Universitas Guna Darma, Jakarta.

Kamiana, I. Made, and Allan Restu Jaya. "Koefisien Manning Saluran Drainase di Ruas Jalan Bapuyu dan Jalan Lele Kota Palangka Raya." *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi*. Vol. 1. No. 1. 2019.

Kodoatie, Robert. (2002). *Banjir.* Yogyakarta : Pustaka Pelajar.

Linsley Ray K., Ir., Kohler Max A., Paulhus Joseph L.H, 1986, *Hidrologi Untuk Insinyur. Erlangga: Jakarta.*

Martha, W. dan Adidarma, W. (1983). *Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi. Bandung: Nova.*

NUGROHO, Dandy; LEKSONO, Bowo; SHOLIKHAH, Irani. *Perencanaan Ulang Sistem Saluran Drainase di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik*. *Wahana Teknik*, 2021, 10.1: 15-22.

Singh, P. V, 1992. *Elementary Hydrology.* Prentice-Hall Englewood Cliffs, New Jersey.

SIHOTANG, R. I. C. O.; HAZMI, MIFTAH; RAHMAWATI, DEBBY. Analisis Debit Banjir Rancangan Dengan Metode HSS Nakayasu. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2019, 7.1: 56-65.

Suprapto, M., Mutaqin, A. Y., & Prilbista, A. S. (2018). *Analisis Sistem Drainase Untuk Penanganan Genangan Di Kecamatan Magetan Bagian Utara*. *Matriks Teknik Sipil*, *6*(1). 231-237.

Suripin, S. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan tang Berkelanjutan, Edisi Kesatu.* Yogyakarta: Andi.

SUTAPA, I. Wayan. Kajian Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Untuk Perhitungan Debit Banjir Rancangan di Daerah Aliran Sungai Kodina. *MEKTEK*, 2005, 7.1.

Syapawi, Ahmad. "*Studi Permasalahan Drainase dan Solusi Air Genangan (Banjir) di Jalan Kemang Manis*." *PILAR* 10.2 (2014).107-114.

Triatmodjo, B., 2010. Hidrologi Terapan, 2nd ed. Beta Offset, Yogyakarta. (Asmorowati, Rahmawati, Sarasanty, & dkk, 2021)

Wesli.(2008).*Drainase Perkotaan.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wesli, Wesli. "Operasional waduk." *TERAS JURNAL: Jurnal Teknik Sipil* 3.2 (2017): 85-94.

Wibowo, Hari, and Eko Yulianto. "KOEFISIEN KEKASARAN MANNING SALURAN DRAINASE DI JALAN PRAMUKA DESA RENGAS KAPUAS KABUPATEN KUBU RAYA." *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang* 8.2.

Yustika, R.D., Tarigan, S.D., Hidayat, Y., 2012. Simulasi Manajemen Lahan Di Das Ciliwung Hulu Menggunakan Model Swat Simulation Of Land Management In Hulu Ciliwung Use Swat Model. Inform. Pertan. 21, 9.

Lampiran 1 Nilai Koefisien Manning (n)

Bahan	Koefisien Manning
Besi tulang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran Beton	0,013
Bata dilapisi mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah bersih	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : "Hidraulika", Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES, DEA

Lampiran 2 Karakteristik Saluran

Debit Dalam (m3/dtk)	Kemiringan Talud (1 : m)	Perbandingan b/h	Faktor Kekasaran K
0,15 - 0,30	1,0	1,0	35
0,30 - 0,50	1,0	1,0 -1,2	35
0,50 - 0,75	1,0	1,2 -1,3	35
0,75 - 1,00	1,0	1,3 - 1,5	35
1,00 - 1,50	1,0	1,5 - 1,8	40
1,50 - 3,00	1,5	1,8 - 2,3	40
3,00 - 4,50	1,5	2,3 - 2,7	40
4,50 - 5,00	1,5	2,7 - 2,9	40
5,00 - 6,00	1,5	2,9 - 3,1	42,5
6,00 - 7,50	1,5	3,1 - 3,5	42,5
7,50 - 9,00	1,5	3,5 - 3,7	42,5
9,00 - 10,00	1,5	3,7 - 3,9	42,5
10,00 - 11,00	2,0	3,9 - 4,2	45
11,00 - 15,00	2,0	4,2 - 4,9	45
15,00 - 25,00	2,0	4,9 - 6,5	45
25,00 - 40,00	2,0	6,5 - 9,0	45

Sumber : "Hidraulika", Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES, DEA

Lampiran 3 Data Kemiringan Saluran

No.	Nama Jalan	Kemiringan Saluran	Type Saluran
1	Jl. Sulawesi	0,000257	SS.SI
2	Jl. Timor	0,000754	SS.Tm
3	Jl. Sangir	0,000668	SS.Sg
4	Jl. Pasar Butung	0,000771	SS.Pb
5	Jl. Kalimantan	0,000786	SS.KI
6	Jl. Satando	0,000839	SS.St
7	Jl. Langgau	0,000402	SS.Lg
8	Jl. Pongtiku	0,000813	SS.pPt
9	Jl. Sunu	0,000592	SS.Sn
10	Jl. Samping STM Pembangunan	0,000848	SS.Sp
11	Jl. Korban	0,000542	SS.Kr
12	Jl. Gatot Subroto	0,000582	SS.Ub
13	Jl. Korban	0,000491	SS.Kr
14	Jl. Rappokalling Raya	0,000584	SS.Ry
15	Jl. Sunu Depan Almarkaz	0,000613	SS.Sn
16	Jl. Cokonuri	0,000487	SS.Cn
17	Jl. Bontosunggu	0,000757	SS.Bs
18	Jl. Bontomene	0,000561	SS.Bm
19	Jl. Landak Baru	0,000277	SS.Lb
20	Jl. Faisal XVII	0,000541	SS.Fs
21	Jl. Wijaya Kusuma 1	0,000531	SS.Wk
22	Jl. Wijaya Kusuma 2	0,000534	SS.Wk
23	Jl. Hertasning - Tidung	0,000374	SS.HT
24	J. Tidung - Tamalate	0,000444	SS.TT
25	Jl. Tamalate	0,000429	SS.Tt
26	Jl. Minasa Upa	0,000733	SS.Mn
27	Jl. Perumahan BPH	0,000954	SS.Pa
28	Jl. Talasalapang	0,000463	SS.Ts
29	Jl. Jipang Raya	0,001147	SS.Ja
30	Jl. Minasa Upa	0,000659	SS.Mn
31	Jl. Aroepala	0,000528	SS.Aa
32	Jl. Aroepala	0,000474	SS.Aa
33	Jl. Cokonuri	0,000784	SS.Cc
34	Jl. Andi Tonro	0,000516	SS.Ad
35	Jl. Perumahan Hertaco	0,000674	SS.P
36	Jl. Dg. Tata	0,000491	SS.Dd

Lanjutan Lampiran 3

37	Jl. Tanjung Alang	0,000467	SS.Tn
38	Jl. Baji Pamai	0,001008	SS.Bj
39	Jl. Onta Lama	0,000993	SS.On
40	Jl. Pelita Raya	0,000540	SS.Pi
41	Jl. Pelita	0,000416	SS.P.
42	Jl. Tembus Kelapa 3	0,000875	SS.Tk
43	Jl. Abu Bakar Lambago	0,000448	SS.Abu B
44	Jl. Gunung Merapi	0,000628	SS.Gg
45	Jl. Kandea	0,000694	SS.K.
46	Jl. Tinumbu	0,000436	SS.T
47	Jl. Sehat Capoa	0,000536	SS.Sa
48	Jl. Tinumbu	0,000510	SS.T
49	Jl. Racing Center 1	0,000552	SS.Rc
50	Jl. Racing Center 2	0,000628	SS.Rc

Sumber : Masterplan Drainase Kota Makassar (Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar)

Lampiran 4 Harga K untuk distribusi Log Pearson Type III kepencengan negatif

Cs	Kala Ulang											
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	500
	Percent Chance											
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0,5	0,2
0,0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	2,878
-0,1	-2,400	-1,673	-1,292	-0,836	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,757
-0,2	-2,472	-1,700	-1,301	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,637
-0,3	-2,544	-1,726	-1,309	-0,824	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,517
-0,4	-2,615	-1,750	-1,317	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,399
-0,5	-2,686	-1,774	-1,323	-0,808	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,263
-0,6	-2,755	-1,797	-1,328	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,169
-0,7	-2,824	-1,819	-1,333	-0,790	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,052
-0,8	-2,891	-1,839	-1,336	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	1,945
-0,9	-2,957	-1,858	-1,339	-0,769	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,842
-1,0	-3,022	-1,877	-1,340	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,741
-1,1	-3,087	-1,894	-1,341	-0,745	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581	1,643
-1,2	-3,149	-1,190	-1,340	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,550
-1,3	-3,211	-1,925	-1,339	-0,719	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424	1,462
-1,4	-3,271	-1,938	-1,337	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,380
-1,5	-3,330	-1,951	-1,333	-0,690	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,318	1,351	1,303
-1,6	-3,388	-1,962	-1,329	-0,875	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,231
-1,7	-3,444	-1,972	-1,324	-0,660	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155	1,163
-1,8	-3,499	-1,981	-1,318	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,103
-1,9	-3,553	-1,989	-1,310	-0,627	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044	1,049
-2,0	-3,605	-1,996	-1,302	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	0,998
-2,1	-3,656	-2,001	-1,294	-0,592	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949	0,957
-2,2	-3,705	-2,006	-1,284	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,909
-2,3	-3,753	-2,009	-1,274	-0,555	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869	0,869
-2,4	-3,800	-2,011	-1,262	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833	0,833
-2,5	-3,845	-2,012	-1,290	-0,518	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,808
-2,6	-3,889	-2,013	-1,238	-0,499	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769	0,754
-2,7	-3,932	-2,012	-1,224	-0,479	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741	0,741
-2,8	-3,973	-2,010	-1,210	-0,460	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714	0,714
-2,9	-4,013	-2,007	-1,195	-0,440	0,330	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690	0,690
-3,0	-4,051	-2,003	-1,180	-0,420	0,390	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,667

Sumber : Statistical Analysis in Hydrology, M.M.A, Sahin

Lampiran 5 Nilai Koefisien Pengaliran

Tipe Daerah Aliran	C
Rerumputan	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50 – 0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10 – 0,15
Tanah pasir, curam, 7%	0,15 – 0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 – 0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18 – 0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 – 0,35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0,75 – 0,95
Daerah pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
Daerah single family	0,30 – 0,50
Multi unit terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit tertutup	0,60 – 0,75
Suburban	0,25 – 0,40
Daerah apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Daerah ringan	0,50 – 0,80
Daerah berat	0,60 – 0,90
Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Tempat bermain	0,20 – 0,35
Halaman kereta api	0,20 – 0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Jalan : Beraspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu	0,70 – 0,85
Atap	0,75 – 0,95

Sumber : Triatmodjo, 2010

Lampiran 6 Reduces mean (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52
20	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
30	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53
40	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
50	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
80	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
90	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
100	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,56

Sumber: (Suripin, 2004)

Lampiran 7 Reduced standar deviation (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,99	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,10	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

Sumber: (Suripin, 2004)

Lampiran 8 Reduksi Variated (Ytr)

Periode Ulang T (tahun)	Reduced Variate Ytr	Yn	Sn	K
2	0,3665	0,4952	0,9496	-0,136
5	1,4999	0,4952	0,9496	1,058
10	2,2504	0,4952	0,9496	1,848
20	2,9702	0,4952	0,9496	2,606
25	3,1985	0,4952	0,9496	2,847
50	3,9019	0,4952	0,9496	3,588

Sumber: (Suripin, 2004)

Lampiran 9 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Senre

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Des
2001	93	123	120	53	7	83	-	-	28	75	55
2002	183	95	85	83	0	30	-	-	-	-	63
2003	93	138	73	55	40	28	0	-	8	58	0
2004	75	125	100	70	60	2	23	-	-	10	78
2005	65	71	81	51	7	10	35	-	-	70	63
2006	103	120	303	90	48	30	35	-	-	0	0
2007	225	53	0	70	28	40	5	-	-	30	133
2008	98	190	125	25	25	25	25	13	-	35	73
2009	180	160	75	80	40	13	-	-	23	3	25
2010	123	110	50	40	60	35	48	50	100	103	70
2011	50	75	90	77	75	75	17	-	17	67	75
2012	118	83	68	50	63	93	20	-	60	45	53
2013	203	150	175	175	175	150	175	-	-	183	145
2014	109	48	81	105	45	33	30	-	-	-	36
2015	114	120	135	120	83	43	-	-	-	-	26
2016	55	114	60	61	57	38	44	8	57	86	86
2017	105	87	65	48	63	49	13	4	50	26	114
2018	162	193	121	82	24	52	26	2,5	6	15	135
2019	237	82	53	72	38	42	-	50	-	4	57
2020	68	71	145	67	134	38	29	20	35	154	52

Sumber : BBWS Pompengan Je'neberang

Lampiran 10 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Panakkukang

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Des
2001	128	200	149	49	16	126	-	-	8	35	112
2002	156	98	161	22	22	70	7	-	-	-	16
2003	210	156	32	42	75	10	15	-	6	13	34
2004	128	125	123	30	43	-	-	-	1	12	54
2005	141	26	41	42	8	5	24	-	-	85	39
2006	57	109	70	108	29	28	-	-	-	-	9
2007	97	68	93	23	11	68	4	3	-	34	59
2008	88	181	105	51	4	16	26	4	1	56	60
2009	113	105	30	28	10	34	17	-	-	81	13
2010	91	58	63	48	46	22	26	29	50	54	32
2011	100	217	117	47	57	6	-	2	1	25	25
2012	98	99	115	55	92	39	21	-	-	22	58
2013	193	132	80	88	45	67	30	1	1	38	87
2014	113	66	51	135	45	36	29	6	-	-	25
2015	122	57	92	124	58	50	-	-	-	-	24
2016	126	125	103	36	16	19	14	-	100	142	38
2017	100	81	78	48	49	131	22	65	25	31	137
2018	103	95	145	16	25	25	0	20	0	6	53
2019	115	54	107	125	36	25	-	-	-	-	46
2020	139	41	75	30	160	23	10	12	19	16	35

Sumber : BBWS Pompengan Je'neberang

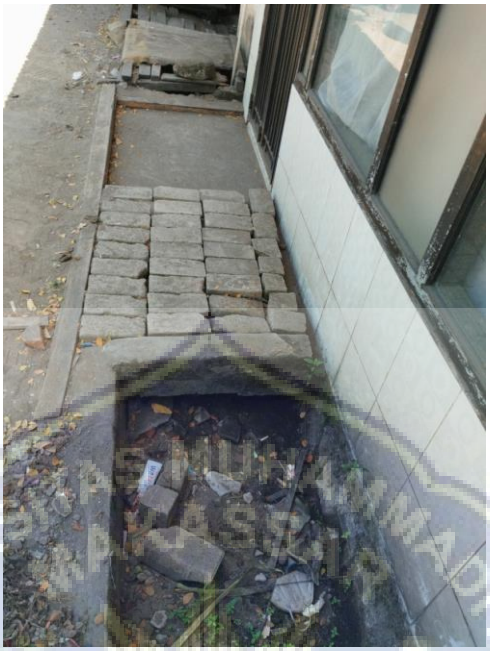
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Lampiran 11 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Paotere

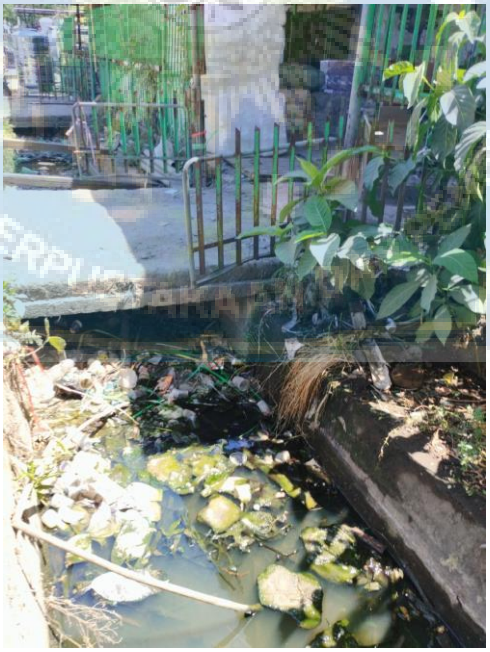
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Des
2001	49	20	6	8	1	2	-	-	-	8	17
2002	125	125	95	45	20	-	-	-	-	-	35
2003	300	80	0	75	30	25	-	-	-	47	125
2004	125	105	100	24	75	-	-	-	-	-	125
2005	150	135	75	80	0	50	-	-	-	128	125
2006	125	250	100	125	100	55	-	-	-	43	40
2007	125	100	100	75	-	55	-	-	-	100	80
2008	71	55	80	42	120	48	5	14	13	63	75
2009	180	100	20	100	10	12	12	-	-	28	40
2010	117	115	75	75	58	45	50	30	50	70	70
2011	80	70	65	66	30	25	-	-	-	91	50
2012	150	100	109	65	38	74	-	-	-	19	120
2013	142	100	75	57	100	84	80	80	-	16	100
2014	75	90	100	100	90	70	-	-	-	-	-
2015	133	110	55	82	60	31	-	-	-	-	25
2016	125	132	71	155	42	60	32	-	155	120	93
2017	160	120	120	60	60	60	30	8	18	16	77
2018	122	159	122	30	13	24	0	0	0	0	48
2019	163	66	48	24	8	30	-	-	-	-	18
2020	74	110	63	13	75	35	38	45	17	139	71

Sumber : BMKG Kota Makassar

Lampiran 12 Dokumentasi Penelitian



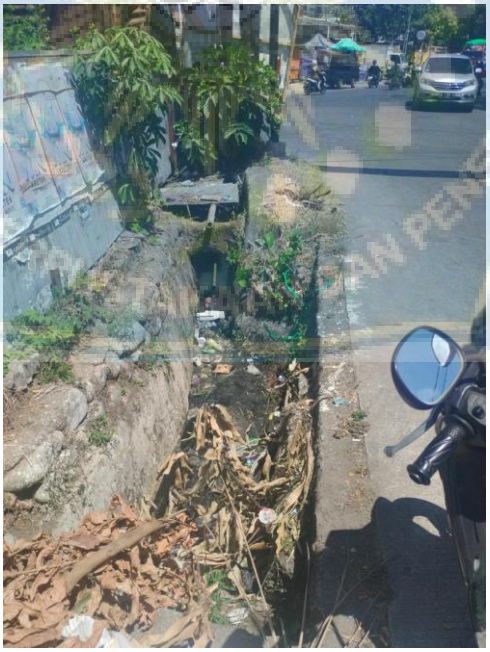
Gambar 11 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung)



Gambar 12 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung)

Lampiran 13 Dokumentasi Penelitian

Gambar 13 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung)



Gambar 14 Kondisi Saluran Drainase Di Jalan Gatot Subroto (Sumber : Pengamatan Langsung)

Lampiran 14 Dokumentasi Penelitian

Gambar 15 Banjir DI Jalan Gatot Subroto (Sumber : Tribun-timur.com)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin N0.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Muh. Alfianshar / Muhammad Nur Fath
Nim : 105811108219 / 105811119919
Program Studi : Teknik Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	11 %	25 %
3	Bab 3	10 %	10 %
4	Bab 4	10 %	10 %
5	Bab 5	3 %	5%

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 09 Oktober 2023
Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Pernerbitan,

Nursinah, S.Hum.,M.I.P
NBM. 964 591

Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id

Muh. Alfianshar / Muhammad Nur Fath 10581110821 9/10581111991 9

BAB I

by Tahap Tutup

Submission date: 09-Oct-2023 08:42AM (UTC+0700)

Submission ID: 2189658464

File name: BAB_I_-_2023-10-09T094145.311.docx (36.21K)

Word count: 888

Character count: 5648

Muh. Alfianshar / Muhammad Nur Fath
105811108219/105811119919 BAB I

ORIGINALITY REPORT

10%	10%	4%	5%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LULUS
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
turnitin

PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	7%
2	repo.darmajaya.ac.id Internet Source	2%
3	lib.unnes.ac.id Internet Source	2%

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		

Muh. Alfianshar / Muhammad Nur Fath 10581110821 9/10581111991 9

BAB II

by Tahap Tutup

Submission date: 09-Oct-2023 08:43AM (UTC+0700)

Submission ID: 2189659460

File name: BAB_II_-_2023-10-09T094223.782.docx (373.21K)

Word count: 4050

Character count: 25387