

SKRIPSI
TINJAUAN PERENCANAAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE
KECAMATAN PANGKAJENE
KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN



Oleh:

MUH. IRWANSYAH
105 81 11005 17

AGUNG HIDAYAT
105 81 11103 17

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2024

The Observation of Drainage Channel Capacity Planning in Pangkajene District, Pangkajene Regency and Island

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUH. IRWANSYAH
105 81 11005 17

AGUNG HIDAYAT
105 81 11103 17

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2024**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Muh. Irwansyah** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11005 17** dan **Agung Hidayat** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11103 17**, 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 Sabtu tanggal 14 Oktober 2023.

Makassar, 28 Rabiul Awal 1445 H

14 Oktober 2023 M

Panitia Ujian :

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. Muhammad Yunus Ali, ST., MT.

b. Sekertaris : indriyanti, ST.,MT.

3. Anggota

: 1. Mahmuddin, ST., MT.

2. Asnita Virlayani, ST., MT.

3. Kasmawati, ST. MT.

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Sukmasari Antaria, M.Si

Dekan

Pembimbing II

Lutfi Hair Djonur, ST., MT.



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

NBM : 795 108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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 : **TINJAUAN PERENCANAAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE KECAMATAN PANGKAJENE KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN**

Nama : **MUH. IRWANSYAH
AGUNG HIDAYAT**

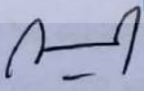
Stambuk : **105 81 11005 17
105 81 11103 17**

Makassar, 14 Oktober 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

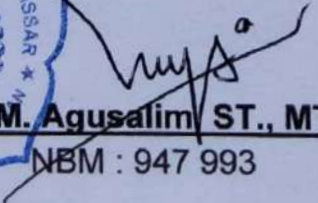

Dr. Ir. Sukmasari Antaria, M.Si


Lutfi Hair Djunur, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan




Ir. M. Agusalim ST., MT

NBM : 947 993

ABSTRAK

Muh. Irwansyah dan Agung Hidayat. “Tinjauan Perencanaan Kapasitas Saluran Drainase Kecamatan Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan”. Skripsi Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Pembimbing: ¹Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si. ²Lutfi Hair Djunur, S.T., M.T.

Banjir seringkali menggenangi beberapa wilayah di Kabupaten Pangkep pada saat musim hujan, khususnya di daerah perkotaan Kecamatan Pangkajene. Hal ini diperparah dengan kondisi saluran drainase yang tidak dapat menampung debit air hujan karena banyak saluran yang tidak berfungsi secara optimal. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan ulang kapasitas saluran drainase sehingga masalah ini dapat teratasi. Setelah melakukan analisis hidrologi diperoleh debit banjir rencana dengan menggunakan metode Rasional. Dengan debit banjir rencana saluran induk drainase pada periode 10 Tahun $Q = 2,28 \text{ m}^3/\text{det}$. Saluran sekunder drainase pada periode 10 Tahun $Q = 1,28 \text{ m}^3/\text{det}$. Besar kapasitas eksisting saluran induk kiri $Q = 1,54 \text{ m}^3/\text{det}$, saluran induk kanan $Q = 1,17 \text{ m}^3/\text{det}$ dan saluran sekunder kiri $Q = 0,79 \text{ m}^3/\text{det}$, saluran sekunder kanan $Q = 0,85 \text{ m}^3/\text{det}$. Dengan kondisi ini kapasitas eksisting saluran drainase sudah tidak mampu menampung debit banjir rencana perlu adanya perancangan ulang dimensi saluran drainase pada Jalan Matahari Kecamatan Pangkajene. Perencanaan saluran drainase yang efektif yaitu saluran berbentuk penampang trapesium dengan kapasitas saluran induk kiri $Q = 3,37 \text{ m}^3/\text{det}$ Dan saluran induk kanan $Q = 3,21 \text{ m}^3/\text{det}$. Pada saluran sekunder kiri $Q = 2,09 \text{ m}^3/\text{det}$ Dan saluran sekunder kanan $Q = 2,09 \text{ m}^3/\text{det}$. Rencana anggaran biaya (RAB) pada Saluran Drainase Jalan Matahari Kecamatan Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan sebesar Rp. 2.267.570.000,00-, (Dua Milyar Dua Ratus Enam Puluh Tujuh Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah).

Kata Kunci: Drainase, Kapasitas Saluran, RAB.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji bagi Allah SWT karena berkat dan limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Tinjauan Perencanaan Kapasitas Saluran Drainase Kecamatan Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Salam dan sholawat senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri teladan untuk seluruh umat manusia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya skripsi ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ambo Asse selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. M. Aguslim, ST., MT. selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
4. Ibu Kasmawati, ST., MT. selaku Sekretaris Prodi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ibu Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Satu.
6. Bapak Lutfi Hair Djunur, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Dua.

7. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Administrasi pada Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
8. Kedua Orang Tua kami yang telah memberi dukungan secara spiritual maupun material.
9. Saudara/Saudari kami di Fakultas Teknik terutama Prodi Teknik Pengairan.

Serta semua pihak yang telah membantu kami. Selaku manusia biasa yang tentunya tak luput dari salah dan silap. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan skripsi ini.

“Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar, Januari 2024

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Pengertian Tinjauan.....	6
B. Pengertian Drainase.....	6
1. Fungsi Drainase.....	8
2. Jenis Drainase	8
3. Pola Jaringan Drainase	11
C. Banjir.....	14
1. Banjir Rencana.....	15
D. Analisa Hidrologi.....	15

1. Siklus Hidrologi	16
2. Frekuensi Curah Hujan.....	18
3. Uji Kecocokan Distribusi	24
4. Waktu Konsentrasi Hujan.....	29
5. Intensitas Curah Hujan	30
6. Analisis Debit Rencana	30
7. Koefisien Pengaliran	33
E. Analisa Hidrolika.....	33
1. Dimensi Penampang Saluran.....	34
2. Dimensi saluran.....	36
F. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	38
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
A. Lokasi Penelitian	40
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	41
C. Prosedur Penelitian.....	41
D. Bagan Alur Penelitian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Analisis Hidrologi.....	44
1. Analisis Curah Hujan Wilayah	44
2. Analisis Distribusi Curah Hujan Rencana.....	45
3. Analisis Intensitas Curah Hujan.....	62
4. Analisis Debit Banjir Rencana.....	63
B. Analisa Hidrolika.....	64

1. Analisis Kapasitas Eksisting Saluran Drainase.....	65
2. Perencanaan Ulang Dimensi Saluran Drainase.....	72
C. Analisa Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	79
1. Analisa Harga Satuan	79
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	87
BAB V PENUTUP	90
A. Kesimpulan.....	90
B. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Distribusi log pearson type III untuk koefisien kemencengan G	21
Harga Y_n berdasarkan banyaknya sampel n	23
Periode ulang untuk t tahun.....	24
Hubungan reduce standar deviasi (σ_n) dengan banyaknya sampel (n)	24
Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square.....	26
Nilai kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov	28
Standar desain saluran drainase.....	32
Koefisien Pengaliran (C).....	33
Koefisien kekasaran manning	37
Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan.....	38
Data Curah Hujan Harian Maksimum	44
Parameter Uji Distribusi Statistik.....	46
Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Log.....	48
Hasil Uji Distribusi Statistik	50
Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel.....	50
Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel	51
Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Person Type III.....	52
Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person Type III	53
Interval Kelas Distribusi Gumbel	55
Nilai X_{2cr} Distribusi Gumbel	55
Interval Kelas Distribusi Log Person Type III	56
Nilai X_{2cr} Distribusi Log Person Type III	56

Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Gumbel.....	57
Uji Smirnov Distribusi Log Person Type III.....	59
Hasil Uji Chi-Square.....	60
Hasil Uji Smirnov Kolmogorof.....	61
Hasil Distribusi Curah Hujan.....	62
Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	63
Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Pada Titik Ke-1 Jalan Matahari.....	64
Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Pada Titik Ke-2 Jalan Matahari.....	64
Kondisi Eksisting Saluran Induk Drainase Pada Jalan Matahari.....	65
Kondisi Eksisting Saluran Sekunder Drainase Jalan Matahari.....	68
Perbandingan Q Saluran Eksisting dan Q Rencana Saluran Drainase Jalan Matahari.....	71
Dimensi Perencanaan Saluran Drainase Jalan Matahari.....	72
Perbandingan Q Rancangan dan Q Rencana Saluran Drainase Jalan Matahari....	78

DAFTAR GAMBAR

Drainase Alamiah	9
Drainase Buatan.....	10
Pola jaringan siku	12
Pola jaringan paralel	12
Pola jaringan grid iron	13
Pola jaringan radial.....	13
Pola jaringan jaring-jaring.....	14
Siklus Hidrologi.....	18
Penampang bentuk persegi.....	34
Penampang berbentuk trapesium.....	35
Peta Lokasi Penelitian.....	40
Aliran Drainase di Lokasi Penelitian.....	41
Bagan Alur Penelitian.....	43
Penampang Eksisting Saluran Induk Drainase Jalan Matahari (a) Saluran Kiri; (b) Saluran Kanan.....	65
Penampang Eksisting Saluran Sekunder Drainase Jalan Matahari (a) Saluran Kiri ; (b) Saluran Kanan.....	68
Penampang Rencana Saluran Induk Drainase Jalan Matahari (a) Saluran Kiri; (b) Saluran Kanan.....	72
Penampang Rencana Saluran Sekunder Drainase Jalan Matahari (a) Saluran Kiri; (b) Saluran Kanan.....	75

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 puncak (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 saluran yang berfungsi untuk mengurangi potensi genangan air yang berasal dari hujan. Oleh karena itu, drainase mempunyai peranan yang sangat penting. Hal ini juga senada dengan teori (Suripin, 2004) drainase adalah proses pengalihan air dengan cara mengalirkan atau membuang kelebihan air, yang secara umum dapat didefinisikan bahwa drainase merupakan usaha untuk mencegah dan mengurangi terjadinya genangan air berlebihan yang kemungkinan dapat menyebabkan banjir.

Masalah banjir yang terjadi di Kecamatan Pangkajene, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan hingga saat ini masih belum dapat ditangani secara menyeluruh. Hal tersebut terjadi antara lain di sebabkan karena perubahan ahli fungsi lahan menjadi daerah permukiman dan pusat kegiatan ekonomi lainnya. Tentunya akan berdampak pada besarnya limpasan air yang menuju saluran drainase. Perkembangan ekonomi yang pesat tersebut belum di dukung sepenuhnya secara maksimal oleh perkembangan peningkatan kapasitas drainase sehingga menjadi masalah tersendiri dalam mengelola sistem drainase.

Banjir berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir di permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi. Selanjutnya mengalir menuju sungai. (Suripin, 2004) banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung

sungai) atau terhambatnya air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap mengenai daerah (dataran banjir) sekitarnya.

Apabila suatu lahan tidak dikelola dengan baik, maka dapat menyebabkan lahan di suatu kawasan tidak dapat lagi menahan limpasan air hujan, sehingga limpasan air yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya banjir. Kerusakan yang sekaligus juga merupakan daerah tangkapan air, saat ini menjadi masalah diberbagai wilayah di Indonesia.

Banjir seringkali menggenangi beberapa wilayah di Kabupaten Pangkep pada saat musim hujan, khususnya di daerah perkotaan Kecamatan Pangkajene. Hal ini diperparah dengan kondisi saluran drainase yang tidak dapat menampung debit air hujan karena banyak saluran yang tidak berfungsi secara optimal. Ini disebabkan karena pendangkalan akibat sedimentasi dan sampah, fungsi lahan yang berubah, serta belum adanya sistem drainase yang terstruktur di wilayah ini. Kondisi seperti ini terjadi setiap tahun yang menggenangi area permukiman, sawah dan jalan raya. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan ulang kapasitas saluran drainase sehingga masalah ini dapat teratasi.

Berdasarkan hal-hal yang telah diuraikan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Tinjauan Perencanaan Kapasitas Saluran Drainase Kecamatan Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar debit banjir rencana di lokasi penelitian?
2. Berapa besar kapasitas eksisting saluran drainase Kecamatan Pangkajene?
3. Bagaimana perencanaan saluran drainase yang efektif untuk saluran drainase Kecamatan Pangkajene?
4. Berapa rencana anggaran biaya (RAB) pada drainase Kecamatan Pangkajene?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian.
2. Menganalisis besar kapasitas eksisting saluran drainase Kecamatan Pangkajene
3. Menganalisis perencanaan saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase Kecamatan Pangkajene.
4. Menganalisis rencana anggaran biaya (RAB) pada drainase Kecamatan Pangkajene

D. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi kepada pemerintah dalam mengatasi genangan air di Kecamatan Pangkajene. Penelitian ini dapat

digunakan sebagai sumber informasi serta sebagai bahan masukan untuk penelitian lebih lanjut.

E. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini sesuai dengan apa yang diharapkan, batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi Penelitian berlokasi di Jalan Matahari Kecamatan Pangkajene dengan panjang jalan kurang lebih 1800 m.
2. Data Curah Hujan yang digunakan adalah tahun 2013 sampai 2022 pada Stasiun Pangkajene, Stasiun Tabo-Tabo dan Stasiun Leang Lonrong
3. Untuk memperoleh debit banjir rencana, dalam penelitian ini menggunakan analisa hidrologi sebagai berikut:
 - a. Metode Poligon Thiessen digunakan untuk mencari curah hujan rerata pada stasiun yang digunakan.
 - b. Metode Distribusi Log Person Type III dan Distribusi Gumbel digunakan untuk menganalisis sebaran data curah hujan harian sehingga dapat memperoleh nilai rata-rata atau disebut curah hujan rencana. Adapun kala ulang yang digunakan yaitu kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
 - c. Metode Rasional digunakan untuk menghitung debit banjir rencana.

F. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN, mendeskripsikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA, membahas mengenai landasan teori yang digunakan untuk menganalisis objek penelitian yang meliputi teori tinjauan,

drainase, analisis hidrologi, analisis hidrolika dan rencana anggaran biaya (RAB).

BAB III METODE PENELITIAN, menerangkan tentang bagaimana penelitian dilaksanakan, pada bagian ini mencakup lokasi penelitian, jenis penelitian, variabel penelitian, teknik pengumpulan data, prosedur penelitian dan bagan alur penelitian

Bab IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN, menjelaskan mengenai hasil penelitian tentang tinjauan perencanaan kapasitas saluran drainase Kecamatan Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

Bab V PENUTUP, menjelaskan tentang kesimpulan hasil analisis dan berbagai saran dari penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Tinjauan

Secara garis umum Tinjauan adalah pemeriksaan yang teliti, penyelidikan, kegiatan pengumpulan data, pengolahan, analisa dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis dan objektif untuk memecahkan suatu persoalan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata Tinjauan berasal dari kata Tinjau yang berarti hasil dari meninjau pandangan, pendapat tentang suatu hal setelah menyelidiki atau mempelajari.

B. Pengertian Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu drainage yang berarti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Menurut (Wesli, 2008) drainase merupakan suatu fasilitas yang dirancang untuk menangani persoalan kelebihan air yang tidak diinginkan. Baik itu kelebihan air yang berada di permukaan maupun di bawah permukaan tanah. Sedangkan (Loah, 2013) Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu cara untuk mengatasi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, maupun kelebihan air irigasi suatu wilayah, sehingga fungsi suatu wilayah tidak terganggu.

Sistem drainase perkotaan adalah salah satu bagian prasarana perkotaan yang sangat berkaitan dengan penataan ruang. Bencana banjir yang sering melanda sebagian besar wilayah dan kota di Indonesia disebabkan oleh tidak teraturnya penataan ruang. Hampir semua daerah dipastikan mempunyai rencana tata ruang sebagai acuan atau arahan pengembangan wilayah. Sistem drainase

selalu kalah cepat dalam mengikuti perubahan tersebut, sehingga banjir akan tetap hadir di lingkungan kita.

Menurut (Suripin, 2004) sumber permasalahan banjir di perkotaan berawal dari penambahan penduduk yang begitu pesat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen. Pertumbuhan yang tidak diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi tidak teratur.

Selain permasalahan di atas, salah satu permasalahan yang selalu timbul setiap tahun pada musim hujan adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi drainase yang belum tertangani secara menyeluruh, kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan penyumbatan saluran drainase oleh sampah industri ataupun sampah rumah tangga.

Menurut (Setiono, 2013) Sistem drainase yang baik sangat tergantung pada volume debit yang direncanakan untuk ditentukan. Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan debit rancangan, antara lain:

- 1) Curah hujan yang sangat tinggi.
- 2) Kondisi daerah pengaliran (Koefisien Pengaliran).
- 3) Kondisi topografi yang terkait dengan waktu konsentrasi aliran.
- 4) Luas daerah pengaliran.

1. Fungsi Drainase

Menurut (Silvia, 2017) Dalam perencanaannya, sistem drainase mempunyai fungsi yang sangat penting, karena meliputi keselamatan, kebersihan dan kesehatan setiap orang atau masyarakat. Fungsi drainase adalah:

- a. Melindungi suatu daerah (terutama daerah padat penduduk) dari genangan air, erosi dan banjir.
- b. Karena aliran air yang lancar, fungsi drainase dapat meminimalkan risiko kesehatan lingkungan dan melindungi terhadap malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
- c. Lebih baik menggunakan tanah perumahan yang padat karena dapat mencegah kelembaban.
- d. Sistem yang baik dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan meminimalkan kerusakan struktur tanah terhadap jalan dan bangunan lainnya.
- e. Pengembangan sistem drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainasenya.
- f. Sebagai infrastruktur perkotaan yang berwawasan lingkungan.

2. Jenis Drainase

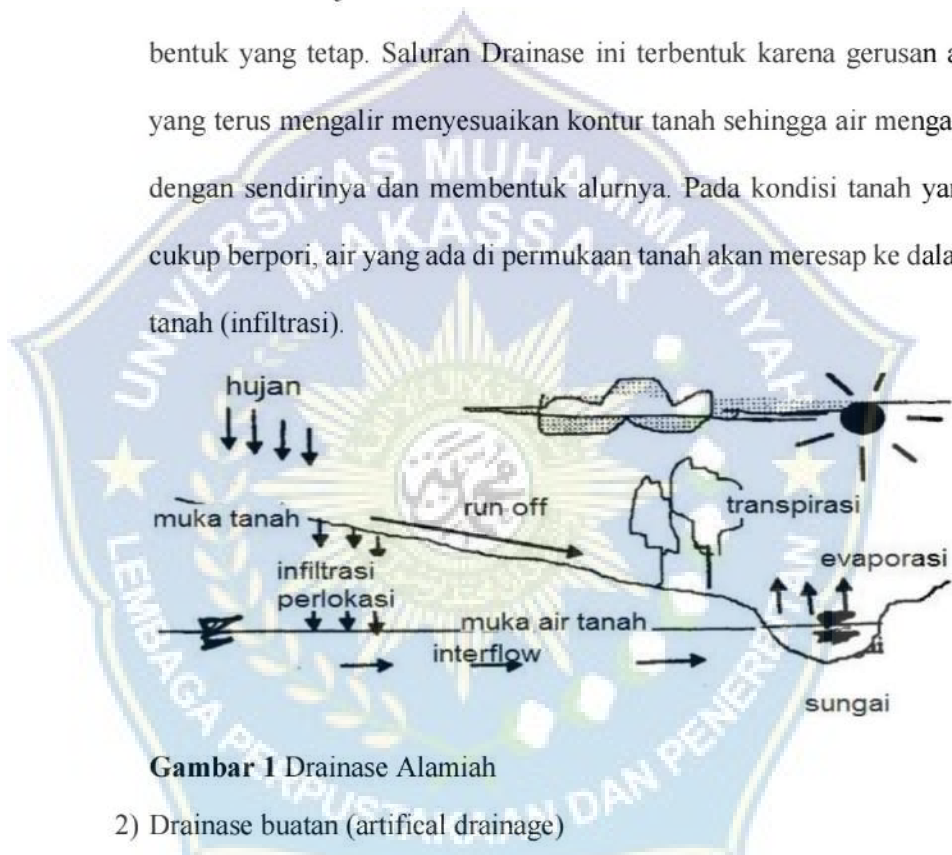
Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek (Wesli, 2008). Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Menurut sejarah terbentuknya

Drainase menurut sejarahnya terbentuk dalam berbagai cara, berikut ini cara terbentuknya drainase:

1) Drainase alamiah (*natural drainage*)

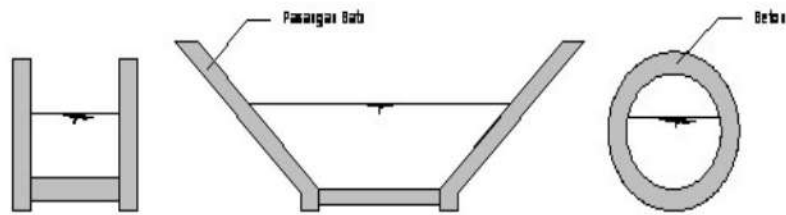
Drainase jenis ini terbentuk secara alami dan tidak memiliki bentuk yang tetap. Saluran Drainase ini terbentuk karena gerusan air yang terus mengalir menyesuaikan kontur tanah sehingga air mengalir dengan sendirinya dan membentuk alurnya. Pada kondisi tanah yang cukup berpori, air yang ada di permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi).



Gambar 1 Drainase Alamiah

2) Drainase buatan (*artificial drainage*)

Drainase buatan adalah suatu sistem yang dibuat yang memiliki maksud dan tujuan tertentu dan merupakan hasil rekayasa. Pada sistem drainase juga buatan memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.



Gambar 2 Drainase Buatan

b. Menurut letak salurannya

1) Drainase permukaan tanah (surface drainage)

Saluran ini berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

2) Drainase bawah permukaan tanah (sub surface drainage)

Saluran ini memiliki tujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa) dengan alasan-alasan tertentu.

c. Menurut fungsi drainase

Drainase berfungsi mengalirkan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, berikut ini adalah jenis drainase menurut fungsinya:

1) *Single purpose*

Saluran ini berfungsi untuk mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

2) *Multipurpose*

Saluran ini berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

d. Menurut konstruksi

Dalam merancang sebuah drainase terlebih dahulu harus tahu jenis konstruksi apa drainase dibuat. Berikut ini adalah jenis drainase menurut konstruksi:

1) Saluran terbuka

Saluran ini memiliki konstruksi yang bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran jenis ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang memiliki luasan yang cukup.

2) Saluran tertutup

Saluran ini memiliki konstruksi yang bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran air kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

3. Pola Jaringan Drainase

Menurut (Wesli, 2008), Pola jaringan drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Pola Siku

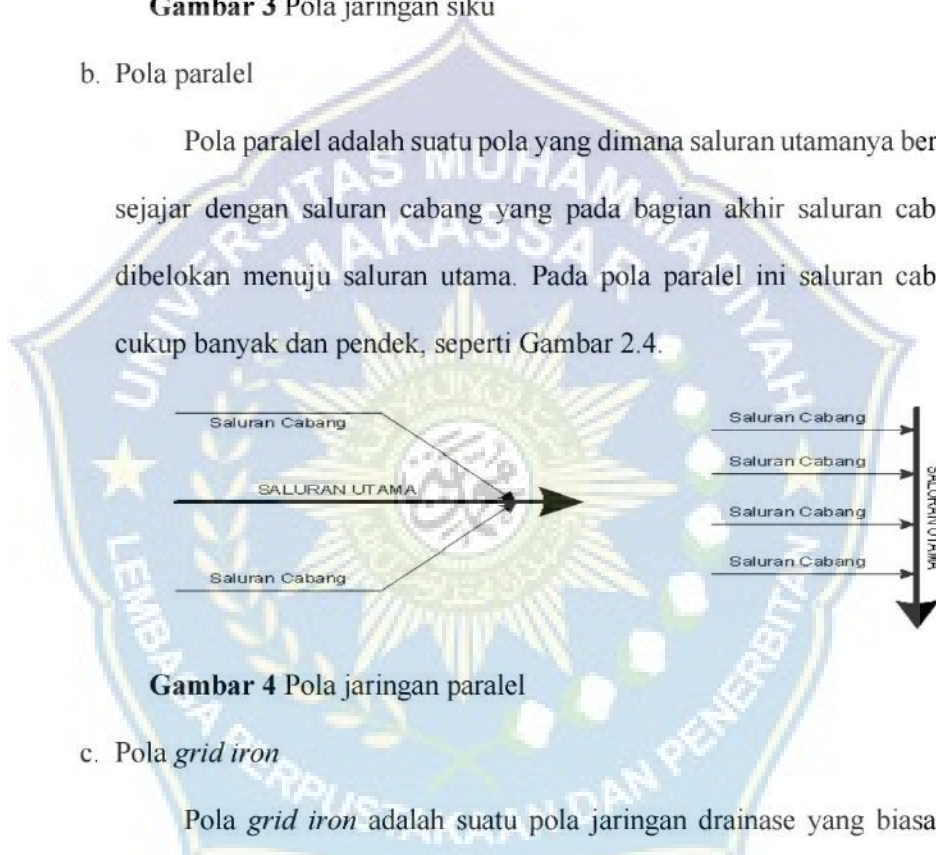
Pola siku adalah suatu pola yang dimana saluran cabangnya berbentuk siku - siku pada saluran utama. Pola ini biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi daripada sungai dimana sungai merupakan saluran pembuang utama yang berada di tengah kota, seperti Gambar 3.



Gambar 3 Pola jaringan siku

b. Pola paralel

Pola paralel adalah suatu pola yang dimana saluran utamanya berada sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokkan menuju saluran utama. Pada pola paralel ini saluran cabang cukup banyak dan pendek, seperti Gambar 2.4.



Gambar 4 Pola jaringan paralel

c. Pola *grid iron*

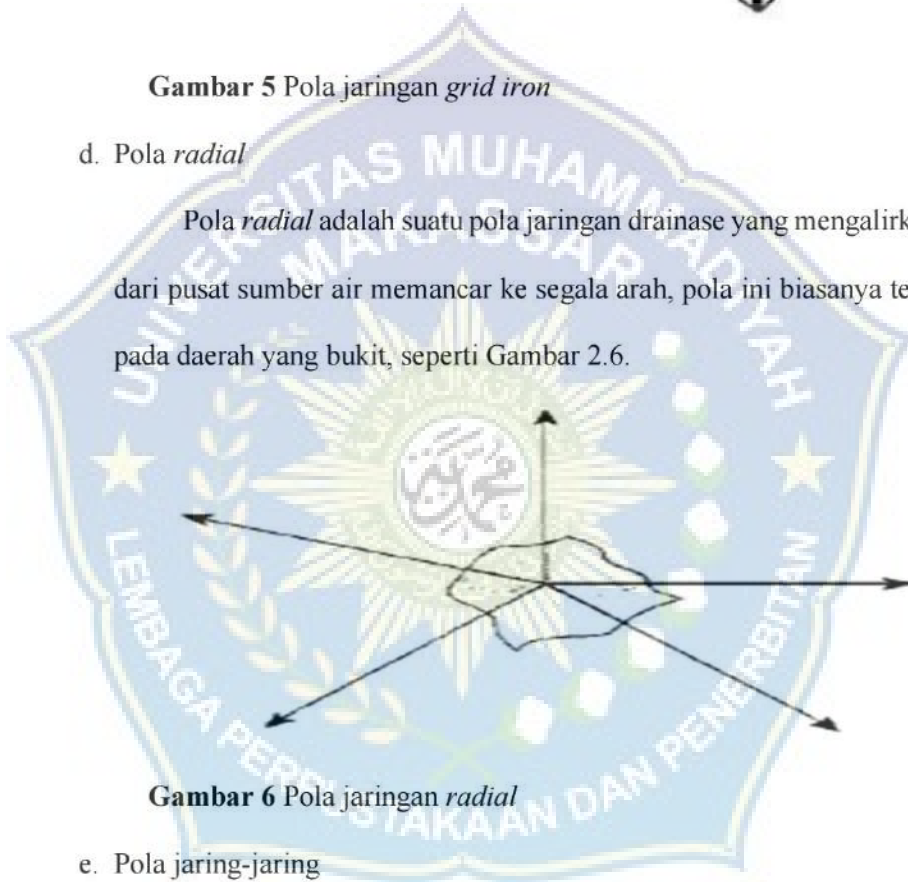
Pola *grid iron* adalah suatu pola jaringan drainase yang biasanya digunakan di daerah yang mempunyai sungai pinggiran kota. Dimana saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul dan kemudian dialirkan ke saluran utama, seperti Gambar 2.5.



Gambar 5 Pola jaringan *grid iron*

d. Pola *radial*

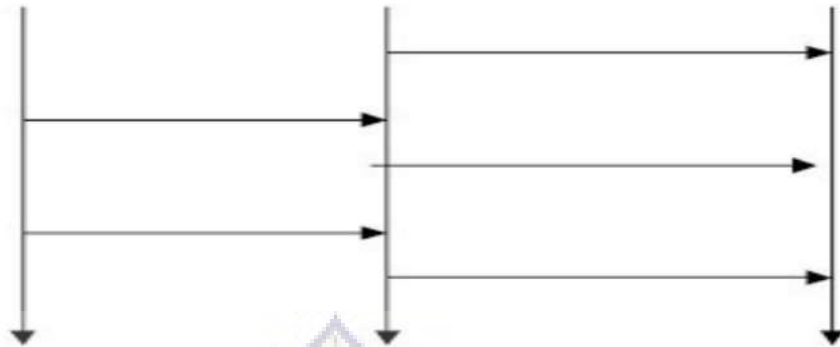
Pola *radial* adalah suatu pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat sumber air memancar ke segala arah, pola ini biasanya terletak pada daerah yang bukit, seperti Gambar 2.6.



Gambar 6 Pola jaringan *radial*

e. Pola jaring-jaring

Pola jaring-jaring adalah suatu pola jaringan drainase yang memiliki saluran-saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok digunakan pada daerah yang topografinya datar.



Gambar 7 Pola jaringan jaring-jaring

C. Banjir

Menurut (Tanjung, 2019) banjir adalah suatu keadaan dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir merupakan suatu peristiwa alam yang terjadi dimana debit air meningkat dan dan alur sungai tidak mampu mengalirkannya sehingga terjadi luapan air atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto dalam jurnal (Maulana, dkk., 2017) banjir terjadi karena adanya dua faktor utama, yaitu:

1) Faktor manusia

Dikarenakan adanya perubahan tata guna lahan seperti perubahan daerah resapan air menjadi pemukiman atau perumahan. Disamping itu perawatan sistem drainase yang kurang baik dan seringnya masyarakat membuang sampah tidak pada tempatnya terutama pada saluran drainase. Hal ini menyebabkan air yang harusnya meresap ke dalam tanah menjadi melimpas,

erosi dan sedimentasi menjadi tinggi sehingga tampungan menjadi semakin kecil dan terjadilah banjir.

2) Faktor alam

Dikarenakan oleh curah hujan yang terlalu tinggi, kondisi dataran yang rendah, serta pengaruh dari fisiografinya.

1. Banjir Rencana

Menurut (Rachmawati, 2010) Debit banjir rencana adalah debit yang digunakan sebagai dasar untuk perhitungan bangunan air yang akan direncanakan dan merupakan debit terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu.

D. Analisa Hidrologi

Menurut (Fairizi, 2015) Analisis hidrologi merupakan suatu cara yang sangat penting dalam merencanakan suatu drainase. Analisis ini perlu untuk dapat menentukan besarnya aliran permukaan ataupun pembuangan yang harus ditampung. Hidrologi juga mencakup data-data seperti luas daerah drainase, besar, dan frekuensi dari intensitas hujan rencana.

Analisa hidrologi bukan hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air seperti bendungan, bangunan pengendali banjir dan irigasi. Tetapi juga jalan raya, lapangan terbang dan bangunan-bangunan lainnya, dan juga analisa hidrologi sangat diperlukan untuk perencanaan drainase, culvert, maupun jembatan yang melintasi suatu sungai/saluran (Suripin, 2004). Drainase yang direncanakan dalam hal ini dapat menampung air hujan ataupun air limbah daerah sekitar dan mengalirkannya ke sungai atau ke tempat

pembuangan lainnya. Saluran drainase ukurannya direncanakan sebaik mungkin sehingga cukup untuk mengalirkan sejumlah volume air tertentu dalam waktu yang lama atau yang disebut dengan debit (Q).

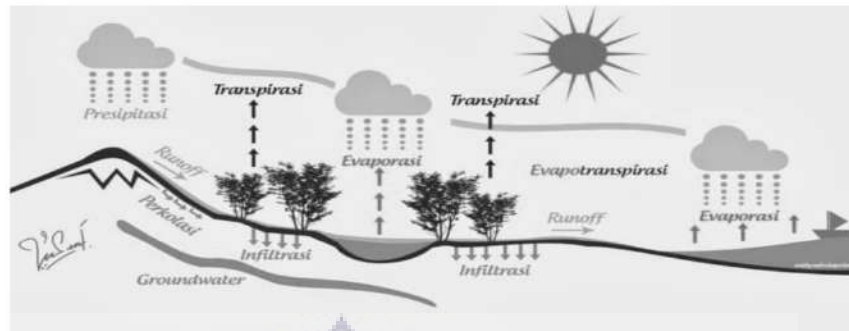
Perencanaan saluran drainase terdapat masalah yaitu berapakah besar debit air yang harus disalurkan melalui saluran tersebut. Karena debit air ini tergantung kepada curah hujan yang selalu berubah (tidak tetap) maka debit air yang akan ditampung saluran juga pasti akan selalu berubah-ubah. Dalam merencanakan saluran drainase kita harus menetapkan suatu besarnya debit rencana (debit banjir rencana) jika memilih/membuat debit rencana tidak bisa kecil, maka nantinya dapat berakibat air tidak dapat tertampung di dalam saluran atau akan meluap dan sebaliknya juga tidak boleh mengambilnya terlalu besar karena dapat juga mengakibatkan saluran yang direncanakan tidak ekonomis. Sehingga kita harus dapat memperhitungkan besarnya debit air di dalam saluran drainase agar dapat memilih suatu debit rencana. Dalam memilih debit rencana maka yang diambil debit banjir maksimum pada daerah perencanaan.

1. Siklus Hidrologi

Menurut (Suripin, 2004) Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus, di mana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawalanya dan kapan pula akan berakhirnya.

Menurut (Lukman, 2018) Air yang berevaporasi kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (sleet), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju ke bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh dan kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum sampai ke tanah. Setelah sampai ke tanah, siklus hidrologi akan terus bergerak secara kontiniu dalam tiga cara yang berbeda:

- a. Evapotranspirasi: Air di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan lainnya kemudian akan menguap ke atmosfer dan kemudian akan menjadi awan. Dalam keadaan jenuh awan (uap air) akan menjadi titik-titik air yang kemudian akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es.
- b. Infiltrasi/perkolasi ke dalam tanah: Air terus bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan kemudian menuju muka air tanah. Air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal.
- c. Air permukaan: Air yang bergerak di atas permukaan tanah yang dekat dengan aliran utama dan danau, semakin landai lahan dan semakin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi seperti yang ada pada Gambar 8.



Gambar 8 Siklus Hidrologi

2. Frekuensi Curah Hujan

Menurut (Suripin, 2004) Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Sedangkan menurut (Wesli, 2008) Periode Ulang Hujan adalah waktu perkiraan dimana suatu data hujan akan mencapai suatu harga tertentu disamai atau kurang dari atau lebih. Dalam merencanakan saluran drainase periode ulang yang digunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan di keringkan.

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata,

simpangan baku, koefisien variasi dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan).

Dalam ilmu statistik dikenal berbagai macam distribusi frekuensi yang digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

a. Distribusi Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = X + k \cdot S_x \quad (2.1)$$

Dimana:

X_T = Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

X = Harga rata-rata, $\frac{\sum_1^n X_i}{n}$

K = Variabel reduksi.

S_x = Standar deviasi, $\sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \frac{(\sum_1^n X_i)^2}{n}}{n-1}}$

b. Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + k \cdot S_x \cdot \text{Log } X \quad (2.2)$$

Dimana:

$\text{Log } X_T$ = Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

$\text{Log } X$ = Harga rata-rata, $\frac{\sum_1^n \text{Log } (X_i)}{n}$

$$SxLogx = \text{Standar Deviasi}, \sqrt{\frac{\sum_1^n Log (Xi)^2 - \sum_1^n Xi}{n-1}}$$

K = Variabel reduksi.

c. Distribusi Log Person Tipe III

Distribusi Log Person Tipe III sangat banyak digunakan dalam melakukan analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai yang ekstrim. Bentuk distribusi Log Person Tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi Log Person tipe III dengan mengubah varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma. Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Log Person Type III sebagai berikut (Suripin, 2004).

1) Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

2) Hitung rata-rata logaritma dengan rumus:

$$Log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log xi}{n} \quad (2.3)$$

3) Hitung simpangan baku dengan rumus:

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log X)^2} \quad (2.4)$$

4) Hitung Koefisien kemenangan dengan rumus:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log \bar{x}_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \quad (2.5)$$

5) Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu:

$$Log X_T = \log X + K \cdot Sd \quad (2.6)$$

Dimana :

X_i = Curah hujan rancangan

\bar{x} = Rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan

S_d = Standar deviasi

G = Koefisien kemencengan

K = Variabel standar (*standardized variabel*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemiringan G

X_T = Besarnya kejadian untuk priode ulang

Besarnya harga K berdasarkan nilai G dan tingkat probabilitasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Distribusi log pearson type III untuk koefisien kemencengan G

Koef, G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	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	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	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	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	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	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-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	1,270	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
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	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
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber: Suripin, 2004).

d. Distribusi Gumbel

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut:

1) Besarnya curah hujan rata-rata dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.7)$$

2) Hitung standar deviasi dengan rumus:

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{X})^2} \quad (2.8)$$

3) Hitung besarnya curah hujan untuk periode ulang t tahun dengan rumus:

$$X_T = \bar{x} + \frac{Y_T - Y_n}{\sigma_n} Sd \quad (2.9)$$

Keterangan:

X_t = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)

Y_t = Besarnya curah hujan rata-rata untuk t tahun (mm)

Y_n = Reduce mean deviasi berdasarkan sampel n

σ_n = Reduce standar deviasi berdasarkan sampel n

n = Jumlah tahun yang ditinjau

Sd = Standar deviasi (mm)

\bar{x} = Curah hujan rata-rata (mm)

X_i = Curah hujan maximum (mm)

Harga Y_n berdasarkan banyaknya sampel n dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2 Harga Y_n berdasarkan banyaknya sampel n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4496	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5520
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5499	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5551	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5588	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber: Suripin, 2004).

Hubungan periode ulang untuk t tahun dengan curah hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Periode ulang untuk t tahun

Kata ulang (tahun)	Faktor reduksi (Yt)
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber: Suripin, 2004).

Harga *reduce standar deviasi* (σ_n) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hubungan *reduce standar deviasi* (σ_n) dengan banyaknya sampel

(n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1	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	1,1	1,1	1,1
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,3
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
90	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
100	1,2									

(Sumber: Suripin, 2004).

3. Uji Kecocokan Distribusi

Menurut (Suripin, 2004) diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang dipakai adalah uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov.

a. Uji Chi-Square

Uji Chi-Square adalah salah satu cara uji statistik paramatik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji Chi-Square ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposi sampel. Uji Chi-Square diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata ataukah tidak dengan frekuensi yang diterapkan. Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut dengan Ujichi-square.

Uji Chi-Square digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Adapun prosedur perhitungan Uji Chi-Square adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung jumlah kelas dengan Persamaan 2.10.

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (2.10)$$

Dimana:

K = Jumlah kelas

n = Banyaknya data

- 2) Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
- 3) Menghitung frekuensi pengamatan $O_j = n/\text{jumlah kelas}$.
- 4) Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas (E_j).

5) Menghitung dengan menggunakan Persamaan 2.11.

$$X^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \quad (2.11)$$

Dimana:

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

k = Jumlah kelas

O_j = Frekuensi pengamatan kelas

E_j = Frekuensi teoritis kelas

6) Menentukan X^2_{cr} dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (Dk) dengan menggunakan Persamaan 2.12.

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.12)$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

P = Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square adalah 2

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan $X^2_{hitung} < X^2_{cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai $X^2_{hitung} > X^2_{cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi.

Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai kritis untuk distribusi *Chi-Square*.

Dk	α derajat kepercayaan							
	t0,995	t0,99	t0,975	t0,95	t0,05	t0,025	t0,01	t0,005
1	0,39	0,16	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750

Dk	α derajat kepercayaan							
	t0,995	t0,99	t0,975	t0,95	t0,05	t0,025	t0,01	t0,005
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	24,995
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,598
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,884	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,552
20	7,434	8,260	9,591	10,851	34,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,497	38,982	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,298	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,264	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,920

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004). Hal itu dikarenakan nilai uji yang terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai kritis D_0 untuk uji *Smirnov-Kolmogorov*

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber: *Suripin, 2004*).

Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau. Sampel yang berukuran n , diatur dengan urutan yang meningkat. Dari data yang diatur akan membentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Urutan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

- 2) Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X_1 = P^*(X_1)$$

$$X_2 = P^*(X_2)$$

$$X_3 = P^*(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

- 3) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
- 4) Berdasarkan tabel nilai kritis (smirnov-kolomogorov test) tentukan nilai kritis (D_0).

Apabila nilai D lebih kecil dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

4. Waktu Konsentrasi Hujan

Menurut (Almahera, 2020) Waktu konsentrasi untuk suatu saluran air hujan pada daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir di permukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat (t_0) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud (t_d). Menurut (Nasution, 2022) waktu konsentrasi hujan dapat dihitung dengan rumus:

$$T_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \quad (2.14)$$

Dimana:

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau (m)

S = Kemiringan dasar saluran (1%)

t_d = Waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau

5. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam satuan waktu (mm/jam). Besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Rumus untuk mencari intensitas curah hujan menurut Mononobe digunakan persamaan:

$$I = \frac{R}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \quad (2.15)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T_c = Lamanya curah hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maksimum dalam 24 jam/mm).

★ Rumus mononobe sangat sering digunakan di Jepang dan digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap berdasarkan data curah hujan harian.

Menurut (Guntoro, 2017) Perhitungan intensitas curah hujan ini bertujuan untuk mengetahui tinggi hujan historis yang mengakibatkan banjir. Menurut hasil pengamatan, informasi instansi terkait dan historis hujan, bahwa durasi hujan di lokasi studi, rata-rata terjadi dalam enam jam.

6. Analisis Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya sebagai debit rencana debit banjir maksimum periode ulang 5 tahun yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut disamai

atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 25 kali dalam 100 tahun (Suripin, 2004).

Penetapan debit banjir maksimum periode 100 tahun ini berdasarkan pertimbangan:

- a. Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan meluapnya sebuah sungai.
- b. Luas lahan perkotaan relatif terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 100 tahun.
- c. Daerah perkotaan mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga mengakibatkan perubahan pada saluran drainase.

Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (metode rasional). Untuk debit air limbah rumah tangga diestimasikan 25 liter perorang perhari.

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain. Tabel 7 berikut menyajikan standar desain saluran drainase berdasar “Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis”.

Tabel 7 Standar desain saluran drainase

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (T) Tahun	Metode Perhitungan Debit Banjir
<10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

(Sumber: Suripin, 2004).

Perhitungan debit rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan metode Rasional. Berikut ini adalah penjelasan dari metode rasional :

a. Metode Rasional

Metode Rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh aliran curah hujan, yang pada umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase. Adapun asumsi lainnya yaitu, Metode Rasional dapat diartikan sebagai suatu pengaliran maksimum yang terjadi jika lama waktu curah hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = 0,00278 C . I . A \quad (2.16)$$

Dimana:

Q = Debit dalam m³/det

A = Luasan daerah aliran dalam Ha

I = Intensitas curah hujan dalam mm/jam

C = angka pengaliran.

7. Koefisien Pengaliran

Koefisien Aliran Permukaan (C) merupakan suatu koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan, jenis tanah, serta lamanya hujan di daerah pengaliran.

Tabel 8 Koefisien Pengaliran (C)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1. Jalan Beton dan Jalan Aspal	0.70-0.95
2. Jalan Kerikil dan Jalan Tanah	0.40-0.70
3. Bahu Jalan :	
• Tanah Berbutir Halus	0.40-0.65
• Tanah Berbutir Kasar	0.10-0.20
• Batuan Masif Keras	0.70-0.85
• Batuan Masif Lunak	0.60-0.75
4. Daerah Perkotaan	0.70-0.95
5. Daerah Pinggiran Kota	0.60-0.70
6. Daerah Industri	0.60-0.90
7. Permukiman Padat	0.60-0.80
8. Permukiman Tidak Padat	0.40-0.60
9. Taman dan Kebun	0.20-0.40
10. Persawahan	0.45-0.60
11. Perbukitan	0.70-0.80
12. Pergunungan	0.75-0.90

E. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya, dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun tertutup.

1. Dimensi Penampang Saluran

Menurut (Suita, 2018) penampang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang efisien berarti memperhatikan ketersediaan lahan yang ada.

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekerasan dan kemiringan dasar tertentu (Suripin, 2004).

a. Penampang bentuk persegi

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h , luas penampang basah $A = B \times h$ dan keliling basah P . Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adalah jika kedalaman setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.



Gambar 9 Penampang bentuk persegi

Untuk penampang persegi paling ekonomis:

Luas panampang (A):

$$A = B \times h \quad (2.17)$$

Keliling basah (P):

$$P = (2 \times h) + B \quad (2.18)$$

Jari-jari hidrolis (R):

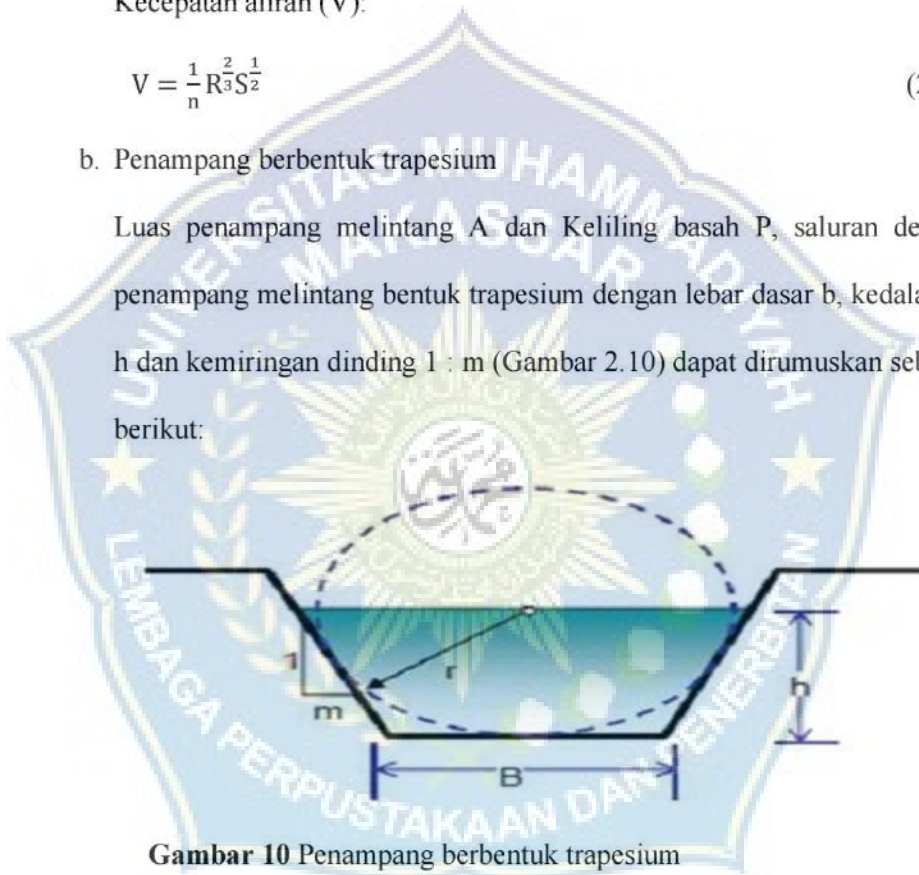
$$R = \frac{A}{P} \quad (2.19)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.20)$$

b. Penampang berbentuk trapesium

Luas penampang melintang A dan Keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalaman h dan kemiringan dinding 1 : m (Gambar 2.10) dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 10 Penampang berbentuk trapesium

Untuk penampang trapesium paling ekonomis:

Luas panampang (A):

$$A = (B + mh) h \quad (2.21)$$

Keliling basah (P):

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (2.22)$$

Jari-jari hidrolis (R):

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.23)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.24)$$

2. Dimensi saluran

Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_T dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan Persamaan 2.25.

$$Q_s \geq Q_T \quad (2.25)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan Persamaan 2.26.

$$Q_s = A \cdot V \quad (2.26)$$

Dimana:

Q_s = debit aliran pada saluran (m^3/det).

A = luas penampang basah (m^2).

V = kecepatan aliran (m/det).

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan Manning Persamaan 2.27.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (2.27)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/det).

n = koefisien kekasaran manning.

R = jari-jari hidrolis (m).

S = kemiringan dasar saluran.

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2.28.

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.28)$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis (m).

A = luas penampang basah (m²).

P = keliling penampang basah (m).

Nilai koefisien kekasaran Manning n, untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 9 Koefisien kekasaran manning

No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapis mortar	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu padas	0,040

Tabel 10 Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan

No.	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan/ cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempung keras/ tanah	0,5 – 1
4	Tanah dengan pasangan batuan	1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir lepas	2
7	Lumpur berpasir	3

(Sumber: ISBN : 979 - 8382 - 49 - 8, 1997)

F. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah perhitungan atau perkiraan biaya anggaran yang diperlukan dalam setiap pekerjaan suatu proyek pekerjaan, sehingga diperlukan biaya total pada pelaksanaan pembangunan. Anggaran biaya suatu proyek dapat berubah karena RAB hanya perkiraan anggaran yang dibuat sebelum melaksanakan pekerjaan dan bukan anggaran yang sebenarnya. Perhitungan RAB dibuat berdasarkan jenis pekerjaan, harga alat dan bahan dan upah tenaga kerja.

Perhitungan RAB merupakan hasil dari perkalian antara volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Serta terdapat beberapa jenis item pekerjaan/sub jenis pekerjaan meliputi upah pekerja, bahan material dan sewa alat. Harga satuan pekerjaan merupakan harga satuan dari masing-masing satuan pekerjaan yang dikalikan dengan koefisien masing-masing, sehingga diperoleh rumus sebagai berikut:

$$\text{Upah} = \text{Harga Satuan Upah} \times \text{Koefisien Analisa Upah}$$

$$\text{Bahan} = \text{Harga Satuan Bahan} \times \text{Koefisien Analisa Bahan}$$

$$\text{Alat} = \text{Harga Satuan Alat} \times \text{Koefisien Analisa Alat}$$

Sehingga di dapatkan rumus harga satuan pekerjaan sebagai berikut:

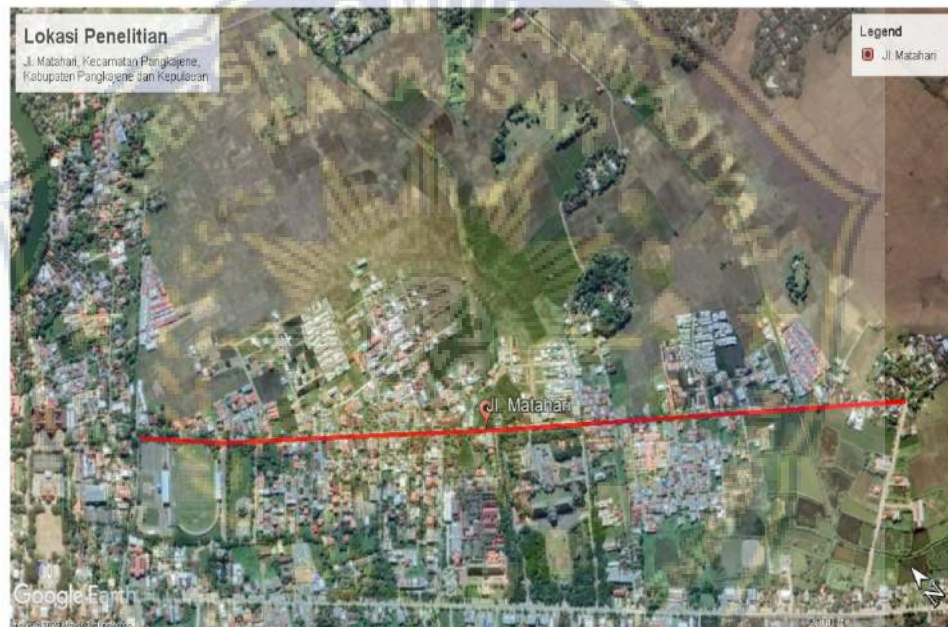
$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{Upah} \times \text{Bahan} \times \text{Alat}$$



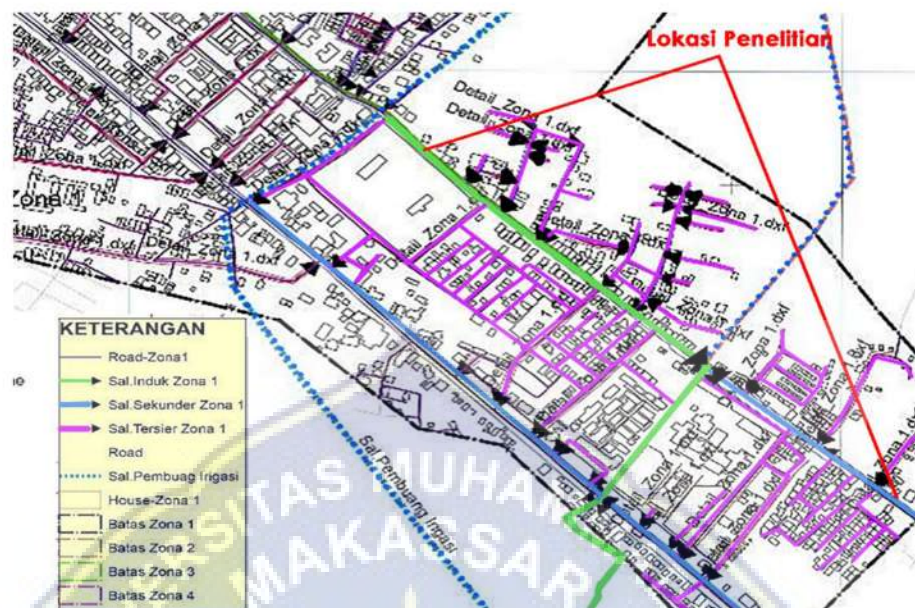
BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian. Lokasi penelitian merupakan salah satu daerah genangan banjir di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, yaitu berada di Jalan Matahari Kecamatan Pangkajene.



Gambar 11 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 12 Aliran Drainase di Lokasi Penelitian

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis hidrologi dan hidrolika pada lokasi penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer didapat langsung dari lapangan dengan cara mengadakan peninjauan atau investigasi survei lapangan untuk melakukan pengamatan dan penelitian secara cermat dan memperhatikan kondisi lapangan. Data sekunder adalah data curah harian maksimum tahun 2011 hingga 2021 yang diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air, Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Sulawesi Selatan.

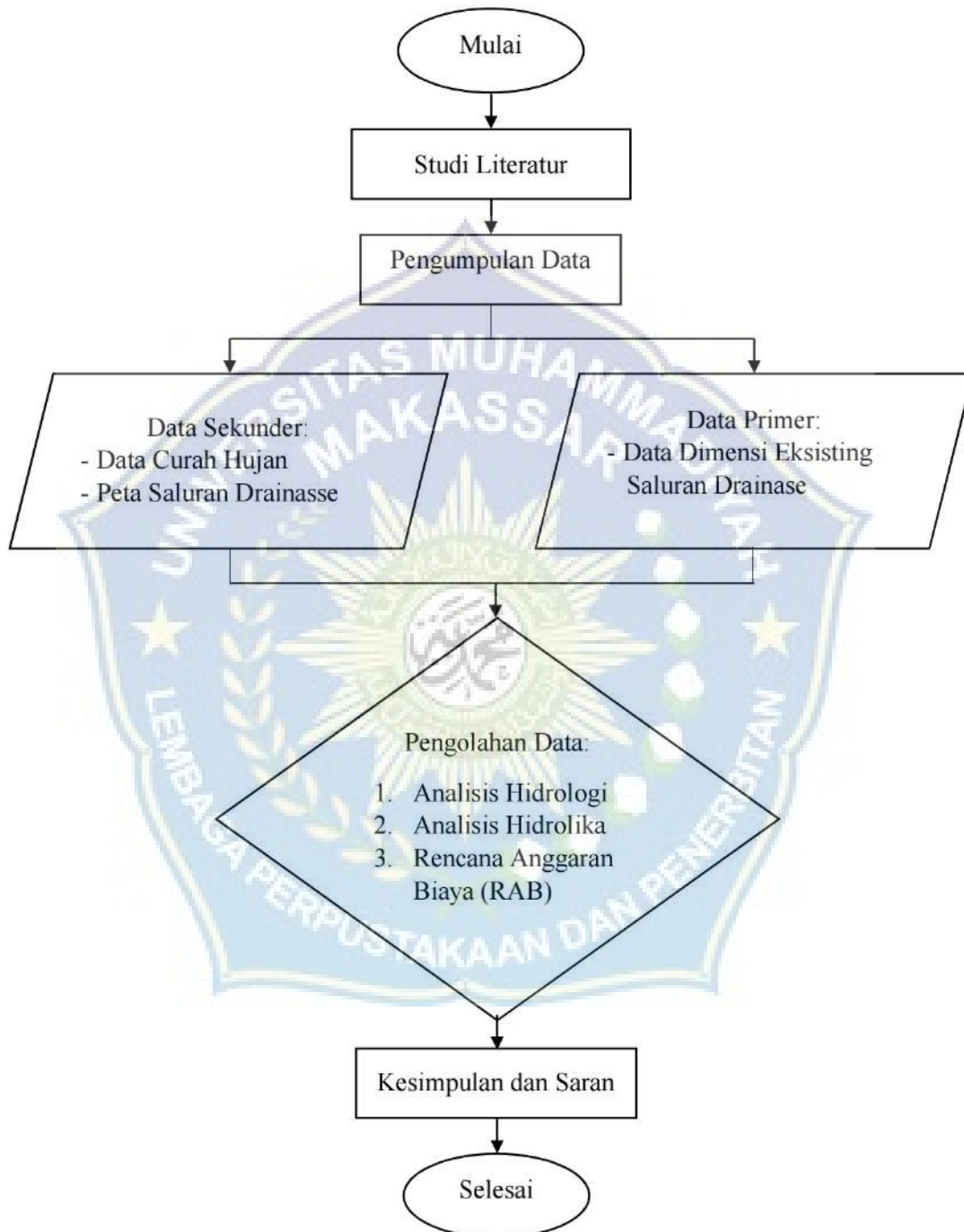
C. Prosedur Penelitian

1. Studi literature dan survei lokasi untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Pengumpulan data-data yang dibutuhkan sesuai dengan penelitian ini.

3. Analisis Hidrologi
 - a. Analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode Distribusi Log Person Type-III dan Distribusi Gumbel.
 - b. Menentukan jenis distribusi curah hujan yang sesuai dengan melakukan uji distribusi frekuensi, yaitu dengan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolomogrov.
 - c. Mengalisa waktu konsentrasi dan analisa intensitas curah hujan.
 - d. Analisa debit rencana dengan menggunakan Metode Rasional.
4. Analisa Hidrolika: Analisa kapasitas penampang, dimensi saluran dan perencanaan ulang drainase
5. Analisa Rencana Anggaran Biaya



D. Bagan Alur Penelitian



Gambar 13 Bagan Alur Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

1. Analisis Curah Hujan Wilayah

Curah hujan rata-rata wilayah dihitung dengan menggunakan metode polygon thiessen yang terdiri dari 3 stasiun pencatatan curah hujan yaitu Stasiun Pangkajene, Stasiun Tabo-Tabo dan Stasiun Leang Lonrong dengan masing-masing stasiun curah hujan selama 10 tahun mulai tahun 2013 sampai dengan tahun 2022 dan memiliki luas daerah aliran sungai (DAS) sebesar 233,30 km². Adapun hasil perhitungan curah hujan maksimum pada tanggal, bulan dan tahun kejadian yang sama-sama dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11 Data Curah Hujan Harian Maksimum

No.	Tahun	Bulan	Tanggal	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)			Rata-Rata Thiessen (mm)	MAX (mm)
				Sta. Pangkajene	Sta. Tabo-Tabo	Sta. Leang Lonrong		
1	2013	Januari	14	96	65	57	80.85	84.75
		Januari	15	84	89	79	84.75	
		Januari	13	61	44	92	60.55	
2	2014	Januari	13	170	130	96	146.90	165.00
		Januari	12	117	275	121	165.00	
		Desember	5	164	15	172	120.50	
3	2015	Desember	20	124	20	45	80.95	101.00
		Oktober	26	0	115	0	34.50	
		Februari	17	119	40	157	101.00	
4	2016	Januari	6	171	50	136	129.45	129.45
		Oktober	26	0	115	0	34.50	
		Januari	2	138	0	238	111.60	
5	2017	Desember	7	173	0	148	117.35	120.50
		Desember	30	122	110	136	120.50	
		Januari	17	79	105	155	98.20	

No.	Tahun	Bulan	Tanggal	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)			Rata-Rata Thiessen (mm)	MAX (mm)
				Sta. Pangkajene	Sta. Tabo-Tabo	Sta. Leang Lonrong		
6	2018	Januari	2	187	110	197	165.40	165.40
		Maret	3	84	130	161	109.35	
		Januari	2	187	110	197	165.40	
7	2019	Januari	22	187	25	155	133.60	133.60
		Februari	12	79	54	84	72.25	
		Januari	22	187	25	155	133.60	
8	2020	November	22	167	45	107	121.40	121.40
		Januari	25	1	130	8	40.75	
		Desember	22	137	15	171	105.50	
9	2021	April	29	93	50	198	95.85	95.85
		Februari	16	0	145	0	43.50	
		April	29	93	50	198	95.85	
10	2022	Januari	13	172	0	178	121.30	121.30
		Desember	21	23	135	120	71.15	
		Januari	13	172	0	178	121.30	

2. Analisis Distribusi Curah Hujan Rencana

A) Pemilihan Metode Distribusi Curah Hujan Rencana

Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat digunakan dalam menentukan besarnya curah hujan rencana seperti distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson Tipe III. Metode diatas harus diuji lebih dahulu melalui pengukuran dispersi. Pengukuran dispersi yaitu melakukan pengukuran besarnya parameter statistik berupa koefisien kemencengan (*skewness*) atau C_s , koefisien kepuncakan (*kurtosis*) atau C_k dan koefisien variasi atau C_v .

Tabel 12 Parameter Uji Distribusi Statistik

No.	Tahun	Xi	Xi - Xrt	(Xi - Xrt) ²	(Xi - Xrt) ³	(Xi - Xrt) ⁴
1	2013	84.75	-39.08	1526.86	-59661.88	2331288.10
2	2014	165.00	41.18	1695.38	69807.30	2874315.46
3	2015	101.00	-22.83	520.98	-11891.38	271420.81
4	2016	129.45	5.63	31.64	177.98	1001.13
5	2017	120.50	-3.33	11.06	-36.76	122.23
6	2018	165.40	41.58	1728.48	71861.58	2987645.27
7	2019	133.60	9.78	95.55	934.01	9129.92
8	2020	121.40	-2.43	5.88	-14.26	34.58
9	2021	95.85	-27.98	782.60	-21893.25	612463.74
10	2022	121.30	-2.52	6.38	-16.10	40.65
Jumlah (Σ)		1238.25	0.00	6404.80	49267.23	9087461.89
Rata-Rata (Xrt)		123.83				

(Sumber: Perhitungan)

Dari tabel di atas dapat dihitung faktor-faktor uji distribusi sebagai berikut:

1) Rata-Rata (*Mean*)

$$Xrt = \frac{\sum xi}{n}$$

$$Xrt = \frac{1238,25}{10}$$

$$Xrt = 123,83 \text{ mm}$$

2) Standar Deviasi (Sd)

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

$$Sd = \sqrt{\frac{6406,80}{10 - 1}}$$

$$Sd = 26,68$$

3) Koefisien Kemencengan (Skewness)

$$C_s = \frac{n \times \sum(X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

$$C_s = \frac{10 \times 49267,23}{(10-1)(10-2)(26,68)^3}$$

$$C_s = \frac{492672,27}{1366870,02}$$

$$C_s = 0,36$$

4) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \times \sum(X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \times 9087461,89}{(10-1)(10-2)(10-3)(26,68)^4}$$

$$C_k = \frac{908746189,24}{255244758,55}$$

$$C_k = 3,56$$

5) Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

$$C_v = \frac{26,68}{123,83}$$

$$C_v = 0,22$$

Tabel 13 Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Log

No.	Tahun	Xi	Log Xi	Log (Xi - Xrt)	Log (Xi - Xrt) ²	Log (Xi - Xrt) ³	Log (Xi - Xrt) ⁴
1	2013	84.75	1.93	-0.156	0.02420	-0.00376	0.00059
2	2014	165.00	2.22	0.134	0.01790	0.00239	0.00032
3	2015	101.00	2.00	-0.079	0.00630	-0.00050	0.00004
4	2016	129.45	2.11	0.028	0.00081	0.00002	0.00000
5	2017	120.50	2.08	-0.003	0.00001	0.00000	0.00000
6	2018	165.40	2.22	0.135	0.01818	0.00245	0.00033
7	2019	133.60	2.13	0.042	0.00177	0.00007	0.00000
8	2020	121.40	2.08	0.001	0.00000	0.00000	0.00000
9	2021	95.85	1.98	-0.102	0.01043	-0.00106	0.00011
10	2022	121.30	2.08	0.000	0.00000	0.00000	0.00000
Jumlah (Σ)			20.84	0.000	0.07959	-0.00039	0.00139
Rata-Rata (Xrt)			2.08				

(Sumber: Perhitungan)

Dari tabel di atas dapat dihitung faktor-faktor uji distribusi dalam log sebagai berikut:

1) Rata-Rata (Mean)

$$Xrt = \frac{\sum xi}{n}$$

$$Xrt = \frac{20,84}{10}$$

$$Xrt = 2,08 \text{ mm}$$

Standar Deviasi (Sd)

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

$$Sd = \sqrt{\frac{0,07959}{10 - 1}}$$

$$Sd = 0,09$$

2) Koefisien Kemencengan (Skewness)

$$C_s = \frac{n \times \sum(X_i - \bar{X}_{rt})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

$$C_s = \frac{10 \times -0,00039}{(10-1)(10-2)(0,09)^3}$$

$$C_s = \frac{-0,0039}{0,06}$$

$$C_s = -0,06$$

3) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \times \sum(X_i - \bar{X}_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \times 0,00139}{(10-1)(10-2)(10-3)(0,09)^4}$$

$$C_k = \frac{0,14}{0,04}$$

$$C_k = 3,52$$

4) Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{Sd}{\bar{X}_{rt}}$$

$$C_v = \frac{0,09}{2,08}$$

$$C_v = 0,05$$

Tabel 14 Hasil Uji Distribusi Statistik

No.	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan		Keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$	Cs	0.3604	Tidak Memenuhi
		$Ck = 3.0$	Ck	3.5603	
2	Gumbel	$Cs \leq 1,1396$	Cs	0.3604	Memenuhi
		$Ck \leq 5,4002$	Ck	3.5603	
3	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv = 3$	Cs	0.1355	Tidak Memenuhi
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 5,383$	Ck	3.0	
4	Log Person Type III	Selain dari Nilai di atas/Flexibel	Cs	-0.0646	Memenuhi
			Ck	3.5230	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

B) Analisis Distribusi Curah Hujan Rencana

Menghitung sebaran hujan dengan metode Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Person Type III.

1) Distribusi Gumbel

Tabel 15 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

No.	X_i	$X_i - \bar{X}_{rt}$	$(X_i - \bar{X}_{rt})^2$
1	165.40	41.58	1728.48
2	165.00	41.18	1695.38
3	133.60	9.78	95.55
4	129.45	5.63	31.64
5	121.40	-2.43	5.88
6	121.30	-2.52	6.38
7	120.50	-3.33	11.06
8	101.00	-22.83	520.98
9	95.85	-27.98	782.60
10	84.75	-39.08	1526.86
Jumlah (Σ)	1238.25	0.00	6404.80
X_{rt}	123.83		
Sd	26.68		

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari data-data di atas didapat:

Jumlah Data (n) : 10

Rata-Rata (X_{rt}) : 123,83

Standar Deviasi (Sd) : 26,68

Nilai Y_n dan S_n ditentukan berdasarkan Jumlah Data yang dipakai

Y_n : 0,4952

S_n : 0,9497

Untuk Periode Ulang (t) : 2 Tahun dengan Y_t , 0,37

$$\begin{aligned} X_t &= X_{tr} + \left[\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right] sd \\ &= 123,83 + \left[\frac{0,37 - 0,4952}{0,9497} \right] 26,68 \\ &= 120,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk Periode Ulang (t) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

No.	Periode Ulang	X_{rt}	Y_t	Y_n	S_n	$\frac{Y_t - Y_n}{S_n}$	Sd	X_t
1	2	123.83	0.37	0.4952	0.9497	-0.14	26.68	120.21
2	5	123.83	1.50	0.4952	0.9497	1.06	26.68	152.05
3	10	123.83	2.25	0.4952	0.9497	1.85	26.68	173.13
4	25	123.83	3.20	0.4952	0.9497	2.85	26.68	199.76
5	50	123.83	3.90	0.4952	0.9497	3.59	26.68	219.52
6	100	123.83	4.60	0.4952	0.9497	4.32	26.68	239.13

(Sumber: Hasil Perhitungan)

2) Distribusi Log Person Type III

Tabel 17 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Person Type III

No.	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt) ²	(Log Xi - Log Xrt) ³
1	165.40	2.22	0.135	0.01818	0.00245
2	165.00	2.22	0.134	0.01790	0.00239
3	133.60	2.13	0.042	0.00177	0.00007
4	129.45	2.11	0.028	0.00081	0.00002
5	121.40	2.08	0.001	0.00000	0.00000
6	121.30	2.08	0.000	0.00000	0.00000
7	120.50	2.08	-0.003	0.00001	0.00000
8	101.00	2.00	-0.079	0.00630	-0.00050
9	95.85	1.98	-0.102	0.01043	-0.00106
10	84.75	1.93	-0.156	0.02420	-0.00376
Jumlah (Σ)		20.84	0.000	0.07959	-0.00039
Log Xrt		2.08			

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan Uji Distribusi untuk Log telah diperoleh nilai Sd sebesar 0,09 dan dari tabel diatas nilai Xrt yang diperoleh sebesar 2,08, adapun perhitungan selanjurnya dapat dilihat pada tabel dengan nilai G diperoleh dari hasil interpolasi nilai Cs sebesar -0,06. Tabel untuk nilai Cs dan G dapat dilihat pada Tabel nilai G untuk Distribusi Log Pearson Type III terhadap Koefisien Kemencengan (Cs).

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Pearson Type III :

Untuk Periode Ulang (t) : 2 Tahun

$$\text{Log Xt} = \text{Log Xtr} + G \times \text{Sd Log Xi}$$

$$\text{Log Xt} = 2,08 + 0,011 \times 0,09$$

$$\text{Log } X_t = 2,08$$

$$X_t = 10^{2,08}$$

$$X_t = 121,55 \text{ mm}$$

Untuk Periode Ulang (t) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person Type III

No.	Periode Ulang	Log Xrt	G	Sd Log Xi	Log Xt	Xt
1	2	2.08	0.011	0.09	2.08	121.55
2	5	2.08	0.838	0.09	2.16	145.39
3	10	2.08	1.274	0.09	2.20	159.78
4	25	2.08	2.019	0.09	2.27	187.75
5	50	2.08	2.278	0.09	2.30	198.58
6	100	2.08	2.515	0.09	2.32	209.05

(Sumber: Hasil Perhitungan)

C) Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan Rencana

1) Uji Chi Square

- Hitung Jumlah Kelas

$$\text{Jumlah Data (n)} = 10$$

$$\text{Kelas Distribusi (K)} = 1 + 3,3 \text{ Log } n$$

$$= 1 + 3,3 \text{ Log } 10$$

$$= 4,30 \rightarrow 5 \text{ Kelas}$$

- Menghitung Derajat Kebebasan (DK) dan X_{2cr}

$$\text{Parameter (P)} = 2$$

$$\text{Derajat Kebebasan (DK)} = K - (P + 1)$$

$$= 5 - (2 + 1)$$

$$= 2$$

Nilai X_{2cr} dengan jumlah data:

$$(n) = 10$$

$$\alpha = 5\%$$

$$Dk = 2$$

$$X_{2cr} = 5,99$$

(Nilai X_{2cr} ditentukan berdasarkan Tabel Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Square)

- Menghitung Kelas Distribusi

$$\text{Kelas Distribusi} = \frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$$

Interval distribusi adalah = 20% ; 40% ; 60% ; 80%

- Persentase 20%

$$P(x) = 20\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

- Persentase 40%

$$P(x) = 40\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0,40} = 3 \text{ tahun}$$

- Persentase 60%

$$P(x) = 60\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0,60} = 2 \text{ tahun}$$

- Persentase 80%

$$P(x) = 80\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

a) Distribusi Gumbel

- Menghitung Interval Kelas

Untuk T = 5 tahun

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

$$= \frac{1,51 - 0,50}{26,68}$$

$$= 1,07$$

$$Xt = Xrt + (Kt \times Sd)$$

$$= 123,86 + (1,07 \times 26,68)$$

$$= 153,33$$

Untuk T selanjutnya dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19 Interval Kelas Distribusi Gumbel

T	Yt	Kt	Xt
5	1.51	1.07	152.33
3	0.67	0.19	128.76
2	0.37	-0.14	120.20
1.25	-0.48	-1.02	96.54

(Sumber: Hasil Perhitungan)

- Menghitung Nilai X2cr

Tabel 20 Nilai X2cr Distribusi Gumbel

No.	Nilai Batas		Jumlah Data		(OF - EF) ²	(OF - EF) ² / EF
			EF	OF		
1	X	> 152.33	2.00	2.00	0.00	0.00
2	128,76	> X > 152.33	2.00	2.00	0.00	0.00
3	120.20	> X > 128.76	2.00	3.00	1.00	0.50
4	96.54	> X > 120.20	2.00	1.00	1.00	0.50
5	X	< 96.54	2.00	2.00	0.00	0.00
Jumlah :			10	10	2.00	1.00

(Sumber: Hasil Perhitungan)

b) Distribusi Log Person Type III

- Menghitung Interval Kelas

Untuk T = 5 tahun

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_{tr} + (G \times \text{Sd Log } X_i)$$

$$\text{Log } X_t = 2,08 + (0,84 \times 0,09)$$

$$\text{Log } X_t = 2,16$$

$$X_t = 10^{2,16}$$

$$X_t = 145,39 \text{ mm}$$

Untuk T selanjutnya dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 21 Interval Kelas Distribusi Log Person Type III

T	G	Log X _{tr}	Sd log X _i	Log X _t	X _t
5	0.84	2.08	0.09	2.16	145.39
3	0.29	2.08	0.09	2.11	129.02
2	0.01	2.08	0.09	2.08	121.55
1.25	-0.84	2.08	0.09	2.00	101.13

(Sumber: Hasil Perhitungan)

- Menghitung Nilai X_{2cr}

Tabel 22 Nilai X_{2cr} Distribusi Log Person Type III

No.	Nilai Batas	Jumlah Data		(OF - EF) ²	(OF - EF) ² / EF
		EF	OF		
1	X > 145.39	2.00	2.00	0.00	0.00
2	129.02 > X > 145.39	2.00	2.00	0.00	0.00
3	121.55 > X > 129.02	2.00	0.00	4.00	2.00
4	101.13 > X > 121.55	2.00	3.00	1.00	0.50
5	X < 101.13	2.00	3.00	1.00	0.50
Jumlah :		10	10	6.00	3.00

(Sumber: Hasil Perhitungan)

2) Uji *Smirnov Kolmogorof*

Uji kesesuaian distribusi metode *smirnov-kolmogorof* dapat dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

a) Distribusi Gumbel

Tabel 23 Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Gumbel

No.	Xi	P(Xi)	Kt	Yt	P'(Xi)	ΔP
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	165.40	0.09	1.56	8.14	0.12	0.032
2	165.00	0.18	1.54	8.05	0.12	0.058
3	133.60	0.27	0.37	2.90	0.35	0.072
4	129.45	0.36	0.21	2.56	0.39	0.028
5	121.40	0.45	-0.09	2.07	0.48	0.028
6	121.30	0.55	-0.09	2.06	0.48	0.061
7	120.50	0.64	-0.12	2.02	0.50	0.141
8	101.00	0.73	-0.86	1.34	0.75	0.021
9	95.85	0.82	-1.05	1.24	0.81	0.012
10	84.75	0.91	-1.46	1.10	0.91	0.003
Jumlah	1238.25					
Xrt	123.83					
Sd	26.68					
D Max						0.141

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Keterangan Tabel :

Kolom (1) = No. urut data

Kolom (2) = Data Curah Hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom (3) = Peluang empiris (persamaan *Weibull*)

- Perhitungan baris (1) :

$$P(Xi) = \frac{i}{n-1} = \frac{1}{10-1} = 0,09$$

Kolom (4) = Untuk Distribusi Probabilitas Gumbel

$X_t = X_{rt} + Kt \times Sd$; Sehingga

$$Kt = \frac{X_t - X_r}{sd} \text{ atau } Kt = \frac{X_i - X_{rt}}{sd}$$

Dimana $Kt = f(t)$

- Perhitungan baris (1) :

Nilai $X_{rt} = 123,83$

$Sd = 26,68$

$$f(t) = \frac{165,40 - 123,83}{26,68} = 1,56$$

Kolom (5) = Ditentukan berdasarkan nilai Y_n , S_n dan Kt atau $f(t)$

- Perhitungan baris (1) :

Untuk nilai $f(t) = 1,56$; $Y_n = 0,4952$; $S_n = 0,9497$

Maka didapat

$$\begin{aligned} T &= (Kt \times S_n) + Y_n \\ &= (1,56 \times 0,9497) + 0,4952 = 8,14 \end{aligned}$$

$$\text{Kolom (6)} = P'(X_i) = \frac{1}{T} = \frac{1}{8,14} = 0,12$$

Kolom (7)

$$\Delta P = ABS(\text{Kolom (6)} - \text{Kolom(3)})$$

$$= ABS (0,12 - 0,09)$$

$$= 0,032$$

b) Distribusi Log Person Type III

Tabel 24 Uji Smirnov Distribusi Log Person Type III

No.	X	Log Xi	G	m	S _n (Xi)	Pr' (X)	Px (Xi)	ΔP
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	165.40	2.22	1.43	1.00	0.09	0.08	0.92	0.83
2	165.00	2.22	1.42	2.00	0.18	0.08	0.92	0.74
3	133.60	2.13	0.45	3.00	0.27	0.34	0.66	0.39
4	129.45	2.11	0.30	4.00	0.36	0.39	0.61	0.24
5	121.40	2.08	0.01	5.00	0.45	0.50	0.50	0.04
6	121.30	2.08	0.00	6.00	0.55	0.50	0.50	0.05
7	120.50	2.08	-0.03	7.00	0.64	0.51	0.49	0.15
8	101.00	2.00	-0.84	8.00	0.73	0.80	0.20	0.53
9	95.85	1.98	-1.09	9.00	0.82	0.86	0.14	0.67
10	84.75	1.93	-1.65	10.0	0.91	0.95	0.05	0.86
Jumlah		20.84						
Log X_{rt}		2.08						
Sd Log Xi		0.09						
Max								0.86

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Keterangan Tabel :

Kolom (1) = No. urut data

Kolom (2) = Data Curah Hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom (3)

$$\text{Log } X_i = \text{Log}(X_i)$$

$$= \text{Log} (166,40)$$

$$= 2,22$$

Kolom (4)

$$G = \frac{\text{Log } X_i - L \quad X_{rt}}{\text{Sd Log } X_i}$$

$$= \frac{2,22-2,08}{0,09}$$

$$= 1,43$$

Kolom (5) = No. Data

$$\text{Kolom (6)} = Sn(Xi) = \frac{n}{\sum n-1} = \frac{1}{10-1} = 0,09$$

Kolom (7) = Pr = Hasil interpolasi nilai G terhadap peluang pada tabel.

$$\begin{aligned} Pr'(X) &= \frac{Pr}{100} \\ &= \frac{7,89}{100} \\ &= 0,08 \end{aligned}$$

Kolom (8) = Px(Xi)

$$\begin{aligned} Px(Xi) &= 1 - Pr'(X) \\ &= 1 - 0,08 = 0,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom (9)} = \Delta P &= ABS (Px(Xi) - Sn(Xi)) \\ &= ABS (0,92 - 0,09) \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

Rekap Hasil Uji Kesesuaian Distribusi dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 25 Hasil Uji Chi-Square

Uji Chi-Square	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Person Type III
Chi- Kuadrat Hitung (X2)	1.00	3.00
Chi- Kuadrat Kritis (X2cr)	5.99	5.99
Hipotesa	Memenuhi	Memenuhi

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hasil uji Chi Square untuk Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Person Type III keduanya memenuhi syarat Chi-Square Hitung (X^2) < Chi-Square Kritis (X^2_{cr}).

Tabel 26 Hasil Uji Smirnov Kolmogorof

Uji Smirnov	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Person Type III
Smirnov Hitung	0,141	0,86
Smirnov Kritis	0,410	0,410
Hipotesa	Memenuhi	Tidak Memenuhi

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hasil uji Smirnov Kolmogorof untuk Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Person Type III, yang memenuhi syarat lolos uji Smirnov Kolmogorof hanya **Distribusi Gumbel** dimana Smirnov Hitung < Smirnov Kritis. Sehingga hasil uji kesesuaian distribusi curah hujan rancangan yang dapat mewakili yaitu Distribusi Gumbel, karena memiliki parameter Chi kuadrat terkecil dari distribusi yang lolos uji parameter statistic dengan nilai $X^2 = 1,00$ dan simpangan baku maksimum pada uji smirnov-kolgomorof yang memenuhi dari simpangan baku kritis ($0,141 < 0,410$).

3. Analisis Intensitas Curah Hujan

Dari hasil distribusi curah hujan rancangan diperoleh distribusi yang mewakili yaitu Distribusi Gumbel dengan data sebagai berikut:

Tabel 27 Hasil Distribusi Curah Hujan

No.	Kala Ulang	Distribusi Gumbel
	(tahun)	(mm)
1	2	120.21
2	5	152.05
3	10	173.13
4	25	199.76
5	50	219.52
6	100	239.13

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) yang digunakan adalah rumus Mononobe.

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

Perhitungan intensitas curah hujan dengan periode ulang 2 tahun.

a. Pada Titik ke-1

$$tc = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

$$tc = 0,0195 \times 840^{0,77} \times 0,0024^{-0,385}$$

$$tc = 35,51 \text{ menit} = 0,59 \text{ jam}$$

$$I = \frac{120,21}{24} \times \left[\frac{24}{0,59} \right]^{2/3}$$

$$I = 59,24 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode selanjutnya dan Titik ke-2 dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Titik	L (m)	S	tc (jam)	120.21	152.05	173.13
				2 thn	5 thn	10 thn
				Intensitas Curah Hujan (mm/jam)		
1	840	0.0024	0.59	59.12	74.78	85.15
2	985	0.0015	0.80	48.29	61.08	69.55

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4. Analisis Debit Banjir Rencana

Rumus menghitung Debit banjir rencana yang digunakan adalah rumus

Rasional

$$Q = 0,00278 C.I.A$$

Dimana:

Q = Debit (m³/det)

C = Koefisien Pengaliran.

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (Ha)

Pada drainase kawasan Lokasi Penelitian, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,95 sesuai pada tabel 2.8 : Koefisien Pengaliran (C), dikarenakan daerah di Lokasi Penelitian adalah Daerah Perkotaan.

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun.

a. Pada Titik ke-1

$$Q = 0,00278 C \times I \times A$$

$$Q = 0,00278 0,95 \times 59,12 \times 10,15$$

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

Perhitungan debit banjir rencana untuk periode selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 29 dan Titik ke-2 dapat dilihat pada Tabel 30.

Tabel 29 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Pada Titik Ke-1 Jalan Matahari

Periode (tahun)	L (m)	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
2	840	0.95	59.12	10.15	1.58
5	840	0.95	74.78	10.15	2.00
10	840	0.95	85.15	10.15	2.28

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 30 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Pada Titik Ke-2 Jalan Matahari

Periode (tahun)	L (m)	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
2	985	0.95	48.29	6.95	0.89
5	985	0.95	61.08	6.95	1.12
10	985	0.95	69.55	6.95	1.28

(Sumber: Hasil Perhitungan)

B. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika saluran dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas eksisting saluran yang ada di lapangan dapat menampung besar debit banjir rencana. Apabila nilai Q rencana > Q saluran eksisting maka saluran dapat dikatakan tidak akan mampu menampung besarnya debit banjir.

1. Analisis Kapasitas Eksisting Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 31 dan Tabel 32.

Tabel 31 Kondisi Eksisting Saluran Induk Drainase Pada Jalan Matahari

Saluran Induk	Ukuran Saluran				Kondisi Eksisting Saluran
	b (m)	m	H (m)	L (m)	
Kiri	0.95	1	0.6	840	Batu Pecah Disemen
Kanan	0.75	1	0.5	840	Batu Pecah Disemen

(Sumber: Hasil Pengukuran)



Gambar 14 Penampang Eksisting Saluran Induk Drainase Jalan Matahari

(a) Saluran Kiri; (b) Saluran Kanan

A) Saluran Induk Kiri Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{5,5 - 3,5}{840} \times 100\%$$

$$S = 0,0024$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 0,95 + (1 \times 0,55) \times 0,55$$

$$A = 1,25 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,95 + 2 \times 0,55\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,5 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{1,25}{2,5}$$

$$R = 0,50 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran batu pecah disemen

$$= 0,025$$

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,50^{2/3} \times 0,0024^{1/2}$$

$$V = 1,23 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 1,25 \times 1,23$$

$$Q = 1,54 \text{ m}^3/\text{det}$$

B) Saluran Induk Kanan Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{5,5 - 3,5}{840} \times 100\%$$

$$S = 0,0024$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 0,75 + (1 \times 0,50) \times 0,50$$

$$A = 1,00 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,75 + 2 \times 0,50\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,16 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{1,00}{2,16}$$

$$R = 0,46 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran batu pecah disemen

$$= 0,025$$

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,46^{2/3} \times 0,0024^{1/2}$$

$$V = 1,17 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

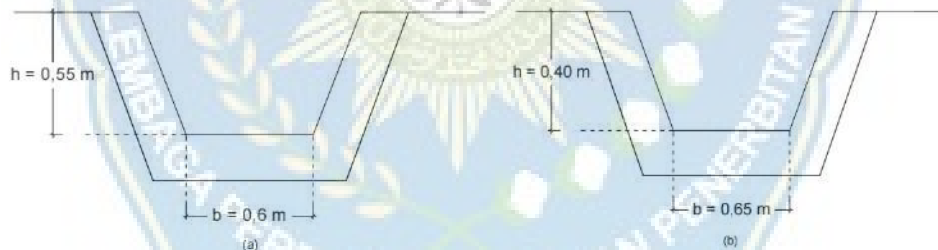
$$Q = 1,00 \times 1,17$$

$$Q = 1,17 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 32 Kondisi Eksisting Saluran Sekunder Drainase Jalan Matahari

Saluran	Ukuran Saluran				Kondisi Eksisting Saluran
	b (m)	m	H (m)	L (m)	
Kiri	0,60	1	0,55	985	Batu Pecah Disemen
Kanan	0,65	1	0,40	985	Batu Pecah Disemen

(Sumber: Hasil Pengukuran)



Gambar 15 Penampang Eksisting Saluran Sekunder Drainase Jalan Matahari (a)

Saluran Kiri ; (b) Saluran Kanan

A) Saluran Sekunder Kiri Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{3 - 1.5}{985} \times 100\%$$

$$S = 0,0015$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 0,60 + (1 \times 0,55) \times 0,55$$

$$A = 0,90 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,60 + 2 \times 0,55\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,16 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{0,90}{2,16}$$

$$R = 0,42 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran batu pecah disemen

$$= 0,025$$

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,42^{2/3} \times 0,0015^{1/2}$$

$$V = 0,87 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,90 \times 0,87$$

$$Q = 0,79 \text{ m}^3/\text{det}$$

B) Saluran Sekunder Kanan Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{3 - 1.5}{985} \times 100\%$$

$$S = 0,0015$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 0,65 + (1 \times 0,55) \times 0,55$$

$$A = 0,95 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,65 + 2 \times 0,55\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,21 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{0,95}{2,21}$$

$$R = 0,43 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran batu pecah disemen

$$= 0,025$$

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,43^{2/3} \times 0,0015^{1/2}$$

$$V = 0,89 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,95 \times 0,89$$

$$Q = 0,85 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil perhitungan Q rencana dan Q saluran eksisting di atas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 33.

Tabel 33 Perbandingan Q Saluran Eksisting dan Q Rencana Saluran Drainase Jalan Matahari

Saluran Drainase		Dimensi Eksisting (m)			Q Saluran Eksisting (m ³ /det)	Q Rencana (m ³ /det)			Keterangan
		b	m	H		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
Induk	Kiri	0,95	1	0,60	1,54	1,58	2,00	2,28	Tidak aman untuk 2, 5 dan 10 tahun
	Kanan	0,75	1	0,50	1,17				
Sekunder	Kiri	0,60	1	0,55	0,79	0,89	1,12	1,28	
	Kanan	0,65	1	0,40	0,85				

(Sumber: Hasil Perhitungan)

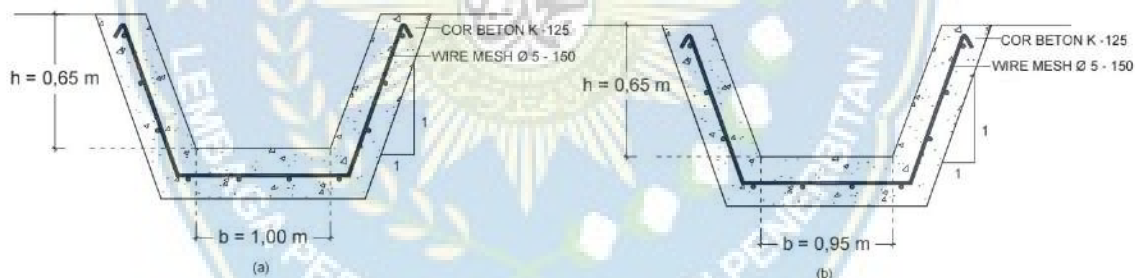
Dari hasil perhitungan Q saluran eksisting dengan perhitungan Q rencana, periode 2, 5 dan 10 tahun diketahui bahwa kondisi kapasitas saluran drainase sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit banjir sehingga diperlukan perencanaan ulang agar dapat menampung debit banjir.

2. Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Perencanaan dimensi saluran drainase dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang dirancang dapat menampung besar debit banjir rencana. Apabila nilai $Q_{rencana} > Q_{rencana}$ maka saluran dapat dikatakan aman dari banjir. Untuk dimensi perencanaan saluran drainase dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 34 Dimensi Perencanaan Saluran Drainase Jalan Matahari

Saluran Drainase		Ukuran Saluran			Keterangan	
		B (m)	m	H (m)		L (m)
Induk	Kiri	1,00	1	0,65	840	Saluran Beton
	Kanan	0,95	1	0,65	840	Saluran Beton
Sekunder	Kiri	0,80	1	0,60	985	Saluran Beton
	Kanan	0,80	1	0,60	985	Saluran Beton



Gambar 16 Penampang Rencana Saluran Induk Drainase Jalan Matahari (a)

Saluran Kiri; (b) Saluran Kanan

A) Saluran Induk Kiri Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{5,5 - 3,5}{840} \times 100\%$$

$$S = 0,0024$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 1,00 + (1 \times 0,65) \times 0,65$$

$$A = 1,42 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 1,00 + 2 \times 0,65\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,84 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{1,42}{2,48}$$

$$R = 0,50 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran beton = 0,013

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

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,50^{2/3} \times 0,0024^{1/2}$$

$$V = 2,37 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 1,42 \times 2,37$$

$$Q = 3,37 \text{ m}^3/\text{det}$$

B) Saluran Induk Kanan Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{5,5 - 3,5}{840} \times 100\%$$

$$S = 0,0024$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 0,95 + (1 \times 0,65) \times 0,65$$

$$A = 1,37 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,95 + 2 \times 0,65\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,79 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{1,37}{2,79}$$

$$R = 0,49 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran beton = 0,013

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

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,49^{2/3} \times 0,0024^{1/2}$$

$$V = 2,34 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 1,37 \times 2,34$$

$$Q = 3,21 \text{ m}^3/\text{det}$$



Gambar 17 Penampang Rencana Saluran Sekunder Drainase Jalan Matahari

(a) Saluran Kiri; (b) Saluran Kanan

A) Saluran Sekunder Kiri Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{3 - 1.5}{985} \times 100\%$$

$$S = 0,0015$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 0,80 + (1 \times 0,60) \times 0,60$$

$$A = 1,16 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,80 + 2 \times 0,60\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,50 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{1,16}{2,50}$$

$$R = 0,46 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran beton = 0,013

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

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,46^{2/3} \times 0,0015^{1/2}$$

$$V = 1,80 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 1,16 \times 1,80$$

$$Q = 2,09 \text{ m}^3/\text{det}$$

B) Saluran Sekunder Kanan Jalan Matahari

1) Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{3 - 1.5}{985} \times 100\%$$

$$S = 0,0015$$

2) Luas Permukaan (A)

$$A = b + (m \times h) \times h$$

$$A = 0,80 + (1 \times 0,60) \times 0,60$$

$$A = 1,16 \text{ m}^2$$

3) Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,80 + 2 \times 0,60\sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 2,50 \text{ m}$$

4) Jari-Jari Hidrolis (R)

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

$$R = \frac{1,16}{2,50}$$

$$R = 0,46 \text{ m}$$

5) Kecepatan Aliran (V)

Koefisien Manning (n) untuk kondisi saluran beton = 0,013

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

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,46^{2/3} \times 0,0015^{1/2}$$

$$V = 1,80 \text{ m/det}$$

6) Debit Saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

$$Q = 1,16 \times 1,80$$

$$Q = 2,09 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil perhitungan Q rencana dan Q rancangan di atas, dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 35.

Tabel 35 Perbandingan Q Rancangan dan Q Rencana Saluran Drainase Jalan

Matahari

Saluran Drainase		Dimensi Rancangan (m)			Q Rancangan (m ³ /det)	Q Rencana (m ³ /det)			Keterangan
		b	m	H		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
Induk	Kiri	1,00	1	0,65	3,37	1,58	2,00	2,28	Aman untuk 2, 5 dan 10 tahun
	Kanan	0,95	1	0,65	3,21				
Sekunder	Kiri	0,80	1	0,60	2,09	0,89	1,12	1,28	Aman untuk 2, 5 dan 10 tahun
	Kanan	0,80	1	0,60	2,09				

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan perencanaan ulang dimensi saluran drainase diperoleh Q rancangan yang lebih besar dari Q rencana, pada periode 2, 5 dan 10 tahun sehingga kondisi tersebut aman untuk menampung debit banjir rencana.

C. Analisa Rencana Anggaran Biaya (RAB)

1. Analisa Harga Satuan

A) Harga Satuan Pekerjaan Galian Tanah

Penghitungan harga satuan pekerjaan galian tanah 1 m³.

1) Tenaga

- Pekerja (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,750 \times 65.000,00$$

$$= 48.750,00$$

- Mandor (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,025 \times 97.000,00$$

$$= 2.425,00$$

Overhead & Profit = (Pekerja + Mandor) x 10%

$$= (48.750,00 + 2.425,00) \times 10\%$$

$$= 5.117,50$$

Total Harga Satuan = Pekerja + Mandor + Overhead & Profit

$$= 48.750,00 + 2.425,00 + 5.117,50$$

$$= 56.292,50$$

B) Harga Satuan Pembuatan Beton

Perhitungan harga satuan pembuatan beton 1 m³ dengan mutu beton

$f'c = 21,7$ Mpa (K 250), Slump (12 ± 2) cm, w/c = 0,56.

1) Tenaga

• Pekerja (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 1,650 \times 65.000,00$$

$$= 107.250,00$$

• Tukang Batu (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,275 \times 75.000,00$$

$$= 20.625,00$$

• Kepala Tukang (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,028 \times 111.000,00$$

$$= 3.108,00$$

• Mandor (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,083 \times 97.000,00$$

$$= 8.051,00$$

Jumlah Harga Tenaga = Pekerja + Tukang Batu + Kepala Tukang +

Mandor

$$= 107.250,00 + 20.625,00 + 3.108,00 +$$

$$8.051,00$$

$$= 139.034,00$$

2) Bahan

- Semen Portland (kg) = Koefisien x Harga Satuan
= 384 x 1.250
= 480.000

- Pasir Beton (kg) = Koefisien x Harga Satuan
= 692 x 77,14
= 53.382,86

- Kerikil (kg) = Koefisien x Harga Satuan
= 1039 x 77,14
= 80.151,43

- Air (liter) = Koefisien x Harga Satuan
= 215 x 100,00
= 21.500,00

Jumlah Harga Bahan = Semen Portland + Pasir Beton + Kerikil +
Air
= 480.000,00 + 53.382,86 + 80.151,43 +
21.500,00
= 635.034,29

Overhead & Profit = (Harga Tenaga + Harga Bahan) x 10%
= (139.034,00 + 635.034,29) x 10%
= 77.406,83

$$\begin{aligned}
 \text{Total Harga Satuan} &= \text{Harga Tenaga} + \text{Harga Bahan} + \\
 &\quad \text{Overhead \& Profit} \\
 &= 139.034,00 + 635.034,29 + 77.406,83 \\
 &= 851.475,11
 \end{aligned}$$

C) Harga Satuan Pembesian

Perhitungan harga satuan pembesian 10 kg dengan besi polos

1) Tenaga

- Pekerja (OH) = Koefisien x Harga Satuan
 $= 0,070 \times 65.000,00$
 $= 4.550,00$
- Tukang Besi (OH) = Koefisien x Harga Satuan
 $= 0,070 \times 75.000,00$
 $= 5.250,00$
- Kepala Tukang (OH) = Koefisien x Harga Satuan
 $= 0,007 \times 111.000,00$
 $= 777,00$
- Mandor (OH) = Koefisien x Harga Satuan
 $= 0,004 \times 97.000,00$
 $= 388,00$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Harga Tenaga} &= \text{Pekerja} + \text{Tukang Batu} + \text{Kepala Tukang} + \\
 &\quad \text{Mandor} \\
 &= 4.550,00 + 5.250,00 + 777,00 + 388,00 \\
 &= 10.965,00
 \end{aligned}$$

2) Bahan

- Besi Beton Polos (kg) = Koefisien x Harga Satuan
= 10,50 x 10.800,00
= 113.400,00

- Kawat Beton (kg) = Koefisien x Harga Satuan
= 0,150 x 17.280,00
= 2.592,00

Jumlah Harga Bahan = Besi Beton + Kawat Beton
= 113.400,00 + 2.592,00
= 115.992,00

Overhead & Profit = (Harga Tenaga + Harga Bahan) x 10%
= (10.965,00 + 115.992,00) x 10%
= 12.695,70

Total Harga Satuan = Harga Tenaga + Harga Bahan +
Overhead & Profit
= 10.965,00 + 115.992,00 + 12.695,70
= 139.652,70

Harga Satuan Per Kg Besi = $\frac{\text{Total Harga Satuan}}{10}$

= $\frac{139.652,70}{10}$

= 13.965,27

D) Harga Satuan Pemasangan Bekisting

Perhitungan harga satuan pemasangan 1 m² bekisting untuk dinding saluran

1) Tenaga

- Pekerja (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,660 \times 65.000,00$$

$$= 42.900,00$$

- Tukang Kayu (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,330 \times 75.000,00$$

$$= 24.750,00$$

- Kepala Tukang (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,033 \times 111.000,00$$

$$= 3.663,00$$

- Mandor (OH) = Koefisien x Harga Satuan

$$= 0,033 \times 97.000,00$$

$$= 3.201,00$$

Jumlah Harga Tenaga = Pekerja + Tukang Kayu + Kepala Tukang +

Mandor

$$= 42.900,00 + 24.750,00 + 3.663,00 + 3.201,00$$

$$= 74.514,00$$

2) Bahan

- Kayu Kelas III (m³) = Koefisien x Harga Satuan
= 0,030 x 4.320.000,00
= 129.600,00

- Paku 5-10 cm (kg) = Koefisien x Harga Satuan
= 0,400 x 14.000,00
= 5.600,00

- Minyak Bekisting (liter) = Koefisien x Harga Satuan
= 0,200 x 8.000,00
= 1.600,00

- Balok Kayu Kelas II (m³) = Koefisien x Harga Satuan
= 0,020 x 4.800.000,00
= 96.000,00

- Plywood Tebal 9mm (lbr) = Koefisien x Harga Satuan
= 0,350 x 140.000,00
= 49.140,00

- Dolken Kayu \varnothing 8-10 cm - Panjang 4 m (batang)
= Koefisien x Harga Satuan
= 3 x 56.600,00
= 169.00,00

- Penjaga Jarak Bekisting / Spacer (buah)

$$= \text{Koefisien} \times \text{Harga Satuan}$$

$$= 4 \times 500,00$$

$$= 2.000,00$$

Jumlah Harga Bahan

$$= \text{Kayu Kelas III} + \text{Paku 5-10 cm} + \text{Minyak Bekisting} + \text{Balok Kayu}$$

$$\text{Kelas II} + \text{Plywood} + \text{Dolken Kayu} + \text{Penjaga Jarak}$$

$$= 129.600,00 + 5.600,00 + 1.600,00 + 96.000,00 + 49.140,00 + 169.800,00 + 2.000,00$$

$$= 453.740,00$$

$$\text{Overhead \& Profit} = (\text{Harga Tenaga} + \text{Harga Bahan}) \times 10\%$$

$$= (74.514,00 + 453.740,00) \times 10\%$$

$$= 52.825,40$$

$$\text{Total Harga Satuan} = \text{Harga Tenaga} + \text{Harga Bahan} +$$

$$\text{Overhead \& Profit}$$

$$= 74.514,00 + 453.740,00 + 52.825,40$$

$$= 581.079,40$$

$$8 \text{ Kali Pakai} = \frac{\text{Total Harga Satuan}}{8}$$

$$= \frac{581.079,40}{8}$$

$$= 72.634,93$$

Demikian perhitungan harga satuan pekerjaan. Untuk Tabel lebih lanjutnya dapat dilihat pada Lampiran.

2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

A) Pekerjaan Persiapan

(Untuk Perhitungan Volume dapat dilihat pada Lampiran)

1) Pembersihan Lapangan dan Pengukuran = Volume x Harga Satuan
= 1 x 1.000.000,00
= 1.000.000,00

2) Papan Nama Proyek = Volume x Harga Satuan
= 1 x 400.000,00
= 400.000,00

3) Administrasi, Foto Dokumentasi dan Laporan = Volume x Harga Satuan
= 1 x 1.800.000,00
= 1.800.000,00

Sub Jumlah Pekerjaan Persiapan
= 1.000.000,00 + 400.000,00 + 1.800.000,00
= 3.200.000,00

B) Pekerjaan Saluran Lingkungan

(Untuk Perhitungan Volume dapat dilihat pada Lampiran)

1) Galian Tanah = Volume x Harga Satuan
= 3621 x 56.292,50
= 203.835.142,50

2) Pengecoran Dinding Saluran = Volume x Harga Satuan
= 846,45 x 851.475,11
= 720.731.110,49

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Pengecoran Lantai Saluran} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 564,23 \times 851.475,11 \\
 &= 480.423.546,36
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Bekisting Saluran} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 5643 \times 72.634,93 \\
 &= 409.878.881,78
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Pembesian} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 17425,98 \times 13.965,27 \\
 &= 243.358.499,46
 \end{aligned}$$

Sub Jumlah Pekerjaan Lingkungan Saluran

$$\begin{aligned}
 &= 203.835.142,50 + 720.731.110,49 + 480.423.546,36 + 409.878.881,78 + \\
 &243.358.499,46 \\
 &= 2.058.227.180,58
 \end{aligned}$$

Jumlah Total = Pekerjaan Persiapan + Pekerjaan Saluran Lingkungan

$$\begin{aligned}
 &= 3.200.000,00 + 2.058.227.180,58 \\
 &= 2.061.427.180,58
 \end{aligned}$$

PPN 10% = 2.061.427.180,58 x 10%

$$= 206.142.718,06$$

Grand Total = Jumlah Total + PPN 10%

$$= 2.061.427.180,58 + 206.142.718,06$$

$$= 2.267.569.898,64$$

$$= \text{Rp. } 2.267.570.000,00$$

(Untuk Tabel perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dapat dilihat pada lampiran)

Jadi total rencana anggaran biaya (RAB) perencanaan ulang saluran drainase Jalan Matahari, Kecamatan Pangkajene, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan sebesar Rp. 2.267.570.000,00-, (*Dua Milyar Dua Ratus Enam Puluh Tujuh Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah*).



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan tentang tinjauan perencanaan kapasitas saluran drainase Kecamatan Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil analisis diperoleh debit banjir rencana sebagai berikut:
 - Saluran induk drainase: periode 2 tahun sebesar $Q = 1,58 \text{ m}^3/\text{det}$, 5 tahun sebesar $Q = 2,00 \text{ m}^3/\text{det}$ dan 10 tahun sebesar $Q = 2,28 \text{ m}^3/\text{det}$
 - Saluran sekunder drainase: periode 2 tahun sebesar $Q = 0,89 \text{ m}^3/\text{det}$, 5 tahun sebesar $Q = 1,12 \text{ m}^3/\text{det}$ dan 10 tahun sebesar $Q = 1,28 \text{ m}^3/\text{det}$.
2. Besar kapasitas eksisting saluran drainase Kecamatan Pangkajene yaitu:
 - Kapasitas pada saluran induk kiri $Q = 1,54 \text{ m}^3/\text{det}$ dan saluran induk kanan $Q = 1,17 \text{ m}^3/\text{det}$.
 - Kapasitas pada saluran sekunder kiri $Q = 0,79 \text{ m}^3/\text{det}$ dan saluran sekunder kanan $Q = 0,85 \text{ m}^3/\text{det}$.Dengan kondisi ini kapasitas eksisting saluran drainase sudah tidak mampu menampung debit banjir rencana.
3. Perencanaan saluran drainase yang efektif yaitu saluran berbentuk penampang trapesium dengan dimensi sebagai berikut:
 - Pada saluran induk kiri $Q = 3,37 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan dimensi $b = 1,00 \text{ m}$; $h = 0,65 \text{ m}$. Dan saluran induk kanan $Q = 3,21 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan dimensi $b = 0,95 \text{ m}$; $h = 0,65 \text{ m}$.

- Pada saluran sekunder kiri $Q = 2,09 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan dimensi $b = 0,80 \text{ m}$;
 $h = 0,60 \text{ m}$. Dan saluran sekunder kanan $Q = 2,09 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan dimensi
 $b = 0,80 \text{ m}$; $h = 0,60 \text{ m}$.

4. Rencana anggaran biaya (RAB) pada Saluran Drainase Jalan Matahari Kecamatan Pangkajene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan sebesar Rp. 2.267.570.000,00-, (*Dua Milyar Dua Ratus Enam Puluh Tujuh Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah*).

B. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut maka penulis memberikan saran yang sangat bermanfaat dan bersifat membangun, yaitu :

1. Diharapkan agar pemeliharaan terhadap saluran drainase pada daerah tersebut dilakukan secara rutin dan berkala mengingat pada Jalan Matahari merupakan salah satu pusat kegiatan dan pusat pemerintahan di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.
2. Perlunya kesadaran penduduk untuk ikut memelihara saluran drainase yang ada dengan cara tidak membuang sampah pada saluran drainase yang ada.
3. Perlu dilakukannya analisa lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase Jalan Matahari, Kecamatan Pangkajene, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almahera, D., Lukman, A., & Harahap, R. (2020). Evaluasi Sistem Drainase Area Sisi Udara (Air Side) Bandar Udara Internasional Kualanamou Deli Serdang. *Buletin Utama Teknik, Vol. 15, No. 2*.
- Fairizi, D. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol. 3, No. 1*.
- Guntoro, D. E., Harisuseno, D., & Cahya, E. N. (2017). Pengelolaan Drainase secara Terpadu untuk Pengendalian Genangan di Kawasan Sidokare Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik Pengairan, Vol. 8, No. 1*.
- ISBN : 979 - 8382 - 49 - 8. (1997). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Gunadarma.
- Loah, G. L. (2013). Perencanaan Sistem Drainase di Kawasan Pusat Kota Amurang. *Jurnal Sipil Statik, Vol. 1 No. 5*.
- Lukman, A. (2018). Evaluasi Sistem Drainase di Kecamatan Helvetia Kota Medan. *Buletin Utama Teknik*.
- Maulana, I., Lukita, S. A., Suharyanto, & Sumbogo, P. (2017). Perencanaan Pengendalian Banjir Sungai Tuntang di Desa Trimulyo Kabupaten Demak. *Jurnal Karya Teknik Sipil*.
- Nasution, A. T. (2022). Evaluasi Sistem Drainase untuk Menanggulangi Banjir (Studi Kasus Jalan Dr. Mansyur Depan Kampus USU Fakultas Kedokteran).
- Rachmawati, A. (2010). Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase di Sub DAS Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Setiono, J. (2013). Studi Evaluasi Jaringan Drainase Jalan Danau Maninjau Raya. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Silvia, C. S. (2017). Evaluasi Kondisi Jaringan Drainase Kecamatan Johan Pahlawan Berdasarkan Persepsi Masyarakat. *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi, Vol. 3 No. 2*.
- Suita, D., & Simorangkir, S. P. (2018). Evaluasi Sistem Drainase untuk Menanggulangi Banjir pada Jalan Dr. Mansyur Kecamatan Medan Selayang. *Buletin Utama Teknik, Vol. 14, No. 1*.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Tanjung, A. A. (2019). *Tinjauan Perencanaan Drainase Pada Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor*.

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

