

**PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE DI JALAN
MAHARAJA SERIWANGSA, KECAMATAN TUALANG,
KABUPATEN SIAK**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



OLEH :

ALWIRBAN SYAHPUTRA

163110003

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (strata satu), baik di Universitas Islam Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain kecuali secara jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.
4. Penggunaan *software* komputer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguhnya dan bila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademis dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 12 Juli 2021

ALWIRBAN SYAHPUTRA

NPM. 163110083

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi dengan judul “**Perencanaan Ulang Sistem Drainase Di Jalan Maharaja Seriwangsa, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana program studi strata 1 (S₁) pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Dalam pelaksanaan penyusunan Skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., MCL., selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, S.Si., M.Sc., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, S.T., M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan selaku Dosen Pembimbing.
7. Ibu Sapitri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
8. Bapak Ir. H. Firdaus M.P., selaku Dosen Penguji I dalam Tugas Akhir ini.
9. Ibu Dr. Elizar, ST., MT., selaku Dosen Penguji II dalam Tugas Akhir ini.

10. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Universitas Islam Riau.
 11. Bapak dan Ibu seluruh Staff Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
 12. Teristimewa orang tua penulis Bapak Awaluddin dan Ibu Wirda yang telah memberikan kasih sayang, doa yang tiada henti serta dukungan baik moral maupun material kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta Kakak Ayu dan Kakak Nurul yang telah memberikan motivasi inspirasi kepada penulis.
 13. Terima kasih juga untuk Amira Zatil Hima yang telah banyak membantu menyelesaikan skripsi ini.
 14. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2016 yang telah memberikan saran, motivasi dan semangat kepada penulis.
- Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Pekanbaru, 18 Juni 2021

Penulis

Alwirban Syahputra

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR NOTASI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Umum	3
2.2 Penelitian Terdahulu.....	3
2.3 Keaslian Penelitian	5
BAB III LANDASAN TEORI	6
3.1. Umum	6
3.2. Fungsi Drainase.....	7
3.3. Jenis Drainase.....	8
3.4. Sistem Drainase	9
3.5. Sistem Jaringan Drainase.....	10
3.6. Bentuk Saluran Drainase.....	11
3.7. Aspek Hidrologi	13
3.8. Pengukuran Hujan	16
3.9. Analisa Frekuensi Curah Hujan	17
3.10. Distribusi Frekuensi.....	19
3.11. Kala Ulang Minimum.....	25
3.12. Daerah Tangkapan Hujan (<i>Catchment Area</i>).....	26
3.13. Waktu Konsentrasi	27

3.14. Koefisien Pengaliran (c)	29
3.15. Intensitas Curah Hujan.....	30
3.16. Debit Rencana Aliran (Q)	31
3.17. Analisa Debit Air Kotor.....	33
3.18. Dimensi Saluran	35
3.19. Kecepatan Minimum Yang Diizinkan	37
3.20. Tinggi Jagaan (<i>Freeboard</i>)	38
BAB IV METODE PENELITIAN	39
4.1. Lokasi Penelitian	39
4.2. Teknik Penelitian.....	40
4.3. Teknik Pengumpulan Data.....	40
4.3.1. Data Primer	40
4.3.2 Data Sekunder.....	40
4.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian	41
4.5. Bagan Alir Penelitian.....	42
4.6 Cara menganalisis Data	44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	46
5.1. Lokasi Penelitian	46
5.2. <i>Catchment Area</i> (Daeah Tangkapan Hujan)	48
5.3. Data Curah Hujan	49
5.4. Analisa Parameter Statistik Curah Hujan	49
5.5. Distribusi Frekuensi.....	50
5.6. Hasil Analisa Waktu Konsentrasi.....	51
5.7. Analisa Intensitas Curah Hujan.....	55
5.8. Koefisien Pengaliran (c)	56
5.9. Analisa Koefisien Pengaliran (c).....	57
5.10. Debit Rencana Aliran Eksisting	58
5.11. Hasil Analisa Kapasitas Saluran Eksisting	60
5.12. Hasil Analisa Faktor Pendukung Terjadinya Banjir	61
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
6.1. Kesimpulan	63
6.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR NOTASI

A	= Luas saluran (m^2)
C	= Koefisien pengaliran gabungan
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
P	= Keliling basah (m)
Q	= Total debit aliran
Q_H	= Debit air yang disebabkan air hujan
Q_L	= Debit limbah buangan dari bangunan sekitar saluran
R	= Jari-jari hidrolis (m)
S	= Kemiringan dasar saluran
S_n	= <i>Reduced standard deviation</i> yang tergantung pada besarnya sampel
S_x	= Standar deviasi (simpangan baku)
T	= Lebar puncak (m)
V	= Kecepatan aliran (m/det)
XT	= Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)
X	= Curah hujan harian maksimum rata-rata selama T tahun (mm)
Y_T	= <i>Reduced variated</i>
Y_n	= <i>Reduced mean</i> (rata-rata dikurangi)
b	= Lebar saluran (m)
n	= Banyaknya sampel
n	= Koefisien kekasaran saluran menurut Manning
xi	= Data curah hujan (mm)
y	= Tinggi saluran (m)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Saluran Bentuk Trapesium (Suripin,2004)	12
Gambar 3.2. Saluran Bentuk Segi Empat (Suripin, 2004)	12
Gambar 3.3. Saluran Bentuk Segitiga (Suripin,2004)	13
Gambar 3.4. Siklus Hidrologi (Suripin,2004)	13
Gambar 3.5. Alat Penakar Hujan Manual (Suripin,2004).....	16
Gambar 3.6. <i>Catchment Area</i>	26
Gambar 3.7. Penampang Persegi (Departemen Pekerjaan Umum,2006)	36
Gambar 4.1. Lokasi Penelitian Saluran Drainase	39
Gambar 4.2. Bagan Alir Penelitian.....	43
Gambar 5.1. Lokasi Penelitian	46
Gambar 5.2. Lokasi Penelitian Tampak Atas Via <i>Google Earth-Pro</i>	47
Gambar 5.3. Kondisi Eksisting Saluran Drainase	48
Gambar 5.4. Luas <i>Catchment Area</i> Via <i>Google Earth-Pro</i>	48
Gambar 5.5. Data Curah Hujan Bulanan Maksimum	49
Gambar 5.6. Potongan Saluran.....	51
Gambar 5.7. Jaringan Saluran Drainase.....	52
Gambar 5.7. Penampang Eksisting Saluran Drainase.....	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Nilai Variabel Reduksi Gauus (Suripin,2004)	19
Tabel 3.2. Reduced Mean, Yn (Suripin,2004)	21
Tabel 3.3. Reduced Standar Deviation, Sn (Suripin,2004)	22
Tabel 3.4. Reduced Variate, Ytr (Suripin,2004)	22
Tabel 3.5. Nilai K Dalam <i>Distribusi Log-Pearson III</i> (Suripin,2004)	24
Tabel 3.6. Kriteria Periode Ulang (Notodihardjo,1998)	25
Tabel 3.7. Koefisien Hambatan (Departemen Pekerjaan Umum,2006)	28
Tabel 3.8. Hubungan Antar Jenis-Jenis Bahan Dengan Kecepatan Aliran Air (Vo) (Hadihardjaja,1997)	28
Tabel 3.9. Hubungan Antara Kemiringan Dasar Saluran Dengan Kecepatan Saluran (Hadihardjaja,1997).....	29
Tabel 3.10. Koefisien Aliran (SNI-03-3424-1994)	30
Tabel 3.11. Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah Hujan (Suripin,2004)	31
Tabel 3.12. Kala Ulang Debit Banjir Rencana (Gunadarma,1997)	32
Tabel 3.13. Koefisien Pengaliran (Suripin,2008)	33
Tabel 3.14. Koefisien Penyebaran Hujan (Suripin,2008)	33
Tabel 3.15. Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari (SNI 03-7065-2005).....	33
Tabel 3.16. Pemakain Air Rata-Rata Per Orang Setiap Hari (Perencanaan Ditjen Karya Dinas PU,1996)	34
Tabel 3.17. Kala Ulang Debit Banjir Rencana (Gunadarma,1997)	35
Tabel 3.18. Kecepatan Izin Dalam Saluran (Departemen Pekerjaan umum, 2006)	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Analisa Data
- Lampiran B : Data-Data Pendukung Dalam Penelitian
- Lampiran C : Administrasi Dalam Melakukan Penelitian



**PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE DI JALAN
MAHARAJA SERIWANGSA, KECAMATAN TUALANG, KABUPATEN
SIAK**

**ALWIRBAN SYAHPUTRA
163110003**

ABSTRAK

Sistem drainase merupakan suatu komponen yang penting dalam kawasan perkotaan. Sistem drainase dibangun untuk mengalirkan debit air yang berasal dari siklus hidrologi maupun air buangan dari kegiatan rumah tangga maupun kegiatan masyarakat. Sistem drainase yang dibangun dengan baik dapat mencegah terjadinya banjir ataupun genangan air yang dapat mengganggu aktifitas masyarakat sekitar dan juga dapat mencegah terjadinya kerusakan pada badan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui debit air yang dapat dialiri pada saluran drainase guna untuk mengatasi banjir pada saluran drainase, selanjutnya mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya banjir pada lokasi yang akan diteliti.

Metode yang dilakukan untuk menganalisis penelitian ini adalah studi literatur yang digunakan untuk mendapatkan arahan dan wawasan sehingga dapat mempermudah dalam pengumpulan data, studi literatur diambil dari beberapa buku pendukung yang berhubungan dengan perencanaan ini sehingga diharapkan dengan adanya studi literatur dapat mempermudah jalannya perencanaan, seperti survei lokasi perencanaan, pengumpulan data, analisis dan penyusunan laporan.

Hasil yang didapatkan dari kapasitas eksisting drainase, maka diperoleh debit saluran eksisting (Q_s) = 0,9 m³/detik dan debit rencana aliran (Q_r) = 0,0222 m³/detik untuk saluran sebelah kanan dan untuk saluran sebelah kiri sebesar (Q_r) = 0,02034 m³/detik yang dapat menampung debit hujan dan debit limbah buangan rumah tangga, dimana sistem drainase ini aman karena mampu menampung debit hujan dan debit limbah rumah tangga. Faktor penyebab tergenangnya air pada Jalan Sriwangsa Maharaja, dimana wilayah tersebut mempunyai sistem drainase yang langsung mengalirkan air ke sungai terdekat yaitu sungai Pinang Sebatang namun saat musim penghujan kawasan ini mengalami genangan air yang menyebabkan banyaknya sampah dan lumpur karena penyumbatan aliran air pada saluran drainase serta perbedaan elevasi pada saluran drainase.

Kata Kunci: Hasil Perencanaan, Debit Aliran, Debit Eksisting.

**DRAINAGE SYSTEM REPLANNING IN MAHARAJA SERIWANGSA
STREET, TUALANG KECAMATAN, SIAK DISTRICT**

**ALWIRBAN SYAHPUTRA
163110003**

ABSTRACT

The drainage system is an important component in urban areas. Drainage systems are built to discharge water from both hydrological cycles and wastewater from household and civic activities. Well-built drainage systems can prevent flooding or standing water that can interfere with the activities of people around them and can also prevent damage to the bodies of roads. The aim of the study was to identify water discharge that can flow through drainage lines in order to overcome the flood in the drainage lines, in turn knowing the underlying factors for the flood in the area to be studied.

The method used to analyze this study is study of literature that used to get direction and insight so as to facilitate data collection, the study of literature is drawn from several of the supporting books associated with this planning so that it is hoped that a literature study could facilitate the course of planning, such as location of planning, data collection, analysis and report compiling.

The result of existing drainage capacity, was obtained exhaust exhaust (q_s) = 0.9 m³/ second and discharge flow plan (q_r) = 0.0222 m³/ second for the channel right and for the channel on the left as much (q_r) = 0.02034 m³/ second that could accommodate rain discharge and household discharge discharge. The causes of the water in Sriwangsa Maharaja where the region has a drainage system that directly leads to the nearby Pinang Sebatang river, but during the rainy season the region falls into a pool of water that causes much garbage and mud because of the blockage of the flow of water in the drainage canals and the differences in the terrain.

Key words: Planning Results, Flow Discharge, Existing Discharge

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem drainase merupakan suatu komponen yang penting dalam kawasan perkotaan. Sistem drainase dibangun untuk mengalirkan debit air yang berasal dari siklus hidrologi maupun air buangan dari kegiatan rumah tangga maupun kegiatan masyarakat. Sistem drainase yang dibangun dengan baik dapat mencegah terjadinya banjir ataupun genangan air yang dapat mengganggu aktifitas masyarakat sekitar dan juga dapat mencegah terjadinya kerusakan pada badan jalan.

Lokasi penelitian yang berada di Jalan Maharaja Sri Wangsa Kecamatan Tualang Kabupaten Siak yang sudah memiliki saluran drainase terdapat lokasi yang sering terjadi genangan air apabila hujan turun. Drainase di Jalan Maharaja Sri Wangsa memiliki panjang 1.200 meter. Di daerah ini sudah dibangun drainase di kiri dan kanan jalan dengan penampang drainase berbentuk segiempat dengan lebar 1,50 meter dan tinggi 1,00 meter.

Drainase yang tidak berfungsi dengan baik mengakibatkan banjir di kawasan ini, karena perkembangan kawasan yang semakin pesat dan dimensi saluran drainase yang tidak dapat lagi mengalirkan air di kawasan tersebut. Faktor pendukung lainnya terjadinya banjir didaerah tersebut yaitu banyaknya sampah sehingga terjadi penyumbatan aliran air pada saluran drainase saat hujan lebat.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian berikut adalah:

1. Berapa debit air yang dapat dialiri pada saluran drainase?
2. Apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya banjir tergenang nya air pada lokasi yang akan teliti?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian berikut adalah:

1. Untuk mengetahui debit air yang dapat dialiri pada saluran drainase guna untuk mengatasi banjir pada saluran drainase.
2. Mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya banjir pada lokasi yang akan diteliti.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak baik penulis, instansi pemerintah dan masyarakat. Manfaat penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagi penulis, dapat mengetahui kondisi dan keadaan drainase secara detail dan mengetahui perencanaan yang tepat untuk mengatasi melimpahnya air pada drainase.
2. Bagi instansi pemerintah, sebagai masukan dan pertimbangan dalam pengelolaan untuk perbaikan dimasa mendatang.

1.5. Batasan Masalah

Dalam hal ini, untuk mempersingkat dan memperjelas suatu penelitian agar dapat di bahas dengan baik dan tidak meluas, maka perlu di rencanakan batasan masalah yang terdiri dari:

1. Drainase yang ditinjau yaitu drainase yang berada pada jalan Maharaja Seriwangsa, Kecamatan Kualang, Kabupaten Siak.
2. Perhitungan frekuensi curah hujan menggunakan metode Log Pearson Type III.
3. Tidak menghitung masalah struktur dari saluran drainase, hanya menghitung besarnya dimensi saluran drainase tersebut.
4. Tidak menghitung masalah Rencana Anggaran Biaya dari saluran drainase, hanya menghitung berdasarkan curah hujan dan limbah domestik lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan kegiatan yang meliputi mencari, membaca, dan menyimak laporan penelitian dan bahan pustaka yang membuat teori-teori tentang penelitian yang akan dilakukan. Kegiatan ini merupakan bagian penting dari pendekatan ilmiah yang harus dilakukan dalam setiap penelitian ilmiah di bidang ilmiah. Hasil dari kegiatan ini merupakan bahan yang akan disajikan dalam proposal atau laporan penelitian untuk dijadikan dasar atau kerangka teori penelitian. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian yang diterbitkan sebelumnya dan dari buku atau artikel yang ditulis oleh peneliti sebelumnya.

2.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan pada perencanaan ulang drainase antara lain sebagai berikut ini:

Nofrizal, 2017, telah melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kapasitas Drainase Kawasan Perumahan Neverity Simpang Kalumpang Kecamatan Koto Tengah Kota Padang”. Penelitian ini merupakan pembahasan untuk mengatasi masalah genangan air di sekitar pemukiman sehingga aktivitas penghuni pemukiman tidak terganggu dan untuk mengevaluasi kinerja sistem jaringan drainase pada masing-masing sub sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Hasil analisa terhadap frekuensi curah hujan, dan bentuk topografi lokasi yang dilakukan, maka diperoleh debit rencana yang terbesar sebesar $Q = 11,236218 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan bentuk dimensi saluran berupa trapesium, lebar $b = 2,46 \text{ m}$, dan tinggi $h = 1,55 \text{ m}$. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan padatnya tingkat hunian pada kompleks perumahan, risiko dampak banjir akan meningkat maka setiap rumah disarankan memakai fasilitas resapan air, dengan demikian pada saat hujan tidak

semua aliran curah hujan menjadi aliran *runoff* yang akan menjadi aliran peluapan banjir.

Fairizi, 2015, telah melakukan penelitian dengan judul “Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang”. Penelitian ini merupakan pembahasan untuk menganalisis dan mengevaluasi dimensi saluran drainase pada kawasan Perumnas Talang Kelapa di Sub DAS Lambidaro Kota Palembang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode SWMM. Dari jumlah 51 saluran dalam model SWMM, ada 24 saluran tidak mampu. Untuk memperbaiki saluran, metode rasional akan digunakan. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode yang digunakan telah diperoleh penampang saluran drainase yang efisien, kemudian penampang saluran drainase yang diperoleh dari perhitungan dibandingkan dengan kondisi arus yang diperoleh dari bidang. Dari hasil perbandingan terlihat bahwa kondisi saat ini kurang baik yang menyebabkan air terkumpul oleh saluran drainase tidak maksimal sehingga air melimpah.

Menurut penelitian Setiawan & Permana, 2016, mengenai tentang “Evaluasi Sistem Drainase Di Kelurahan Paminggir Garut”. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi saluran drainase di desa Paminggir, saluran drainase dapat berfungsi paling baik dalam mengurangi banjir yang terjadi pada ruas jalan tersebut, sehingga tercipta jaringan drainase yang baik dan berkualitas dengan memperhatikan faktor keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Metode yang digunakan pada penelitian ini dilakukan dengan cara dengan cara menganalisis data curah hujan dan intensitas curah hujan. Untuk perhitungan perencanaan dimensi saluran rumus yang digunakan adalah $Q = A \cdot V$ dimana kesimpulan dari hasil perhitungan tersebut sebagai berikut : Debit rencana $Q = 0,18$ m/detik, kecepatan air saluran $V = 0,67$ m/detik, lebar saluran $b = 1$ m tinggi saluran $h = 0,8$ m. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa banjir/pembentukan banjir tidak disebabkan oleh faktor alam semesta, tetapi sangat dipengaruhi oleh faktor manusia, sehingga dapat disimpulkan bahwa

kondisi alam dan kondisi manusia dalam pembangunan juga terjadi. Sistem drainase yang disebabkan oleh masalah genangan/banjir saling berkaitan.

Rizki dkk, 2017, telah melakukan penelitian dengan judul “Tinjauan Saluran Drainase Jalan Riau Ujung Kota Pekanbaru”. Penelitian ini merupakan pembahasan untuk meninjau saluran drainase dengan mencari lokasi banjir untuk mendapatkan data pendukung lainnya. Dari data yang terkumpul dilakukan analisis data untuk mengetahui apakah dimensi saluran drainase eksisting dapat memenuhi debit air hujan dan limbah rumah tangga. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit arus lebih besar dari debit hujan dan limbah sampah, sehingga dimensi dan kapasitas drainase masih dapat menampung debit dari hujan dan limbah sampah, hal ini dibuktikan dengan hasil analisis. Dengan demikian, dapat disimpulkan penyebab terjadinya penumpukan air pada ruas jalan pemeriksaan bukan karena banyaknya limbah sampah dan debit air hujan.

2.3 Keaslian Penelitian

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya memiliki kesamaan dari segi teori dan metode yang digunakan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah letak lokasi penelitian, sehingga timbulnya perbedaan yang berhubungan dengan kondisi lingkungan.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Umum

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

Sistem drainase merupakan suatu cara mengalirkan air dengan membuat saluran (tersier) untuk menampung air hujan yang mengalir diatas permukaan air tanah, kemudian dialirkan ke sistem yang lebih besar (sekunder dan premier) kemudian dialirkan ke sungai dan laut (Kodoatie, 2005).

Daerah layanan harus aman dari genangan air sekaligus memastikan kelestarian dan keseimbangan air dari suatu kawasan. Oleh karena itu, konsep pembangunan drainase perkotaan yang berkelanjutan telah menjadi kebutuhan dalam sistem pembangunan di Indonesia saat ini dan yang akan datang, sehingga dalam perencanaan sistem drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase sebagai prasarana kota yang berbasis pada konsep pembangunan berwawasan lingkungan. Pembangunan sesuai dengan prosedur Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan (DPU, 1990).

Secara umum drainase dibedakan menjadi dua macam (Suripin, 2004) yaitu:

1. Drainase permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran permukaan.
2. Drainase bawah permukaan adalah sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran bawah permukaan.

Drainase perkotaan adalah sistem pengeringan dan pengurasan dari suatu ruang yang meliputi:

1. Tata letak
2. Kawasan industri dan komersial
3. Kampus dan sekolah
4. Rumah sakit dan fasilitas umum
5. Lapangan olahraga
6. Area parkir
7. Fasilitas militer, listrik, dan telekomunikasi
8. Pelabuhan udara

Kriteria desain drainase perkotaan mencakup variable desain tambahan seperti:

1. Keterkaitan dengan penggunaan lahan
2. Keterkaitan dengan *masterplan* (rencana induk) drainase kota
3. Keterkaitan dengan sosial budaya

3.2 Fungsi Drainase

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

Drainase di kota memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Untuk mengevakuasi genangan air, banjir ataupun air hujan dari permukaan jalan raya,
2. Untuk mencegah aliran air dari bagian lain jalan atau area di sekitar jalan masuk ke daerah trotoar,
3. Untuk mencegah terjadinya kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan oleh genangan air dan jalan.

3.3 Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan tipe drainase dalam berbagai aspek. Adapun jenis- jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hasmar. H, 2012):

1. Secara sejarah drainase telah terjadi dengan berbagai cara, Berikut ini cara terbentuknya drainase yaitu:

a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Yakni drainase yang terjadi secara alami dan tidak mempunyai struktur pendukung seperti bangunan pelimpah, pasangan batu / beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini dibentuk oleh gerusan air yang bergerak secara gravitasi dengan membentuk saluran air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase ini dibuat untuk tujuan tertentu sehingga membutuhkan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/ beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

2. Menurut letak bangunan.

Saluran drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk, berikut bentuk drainase sesuai dengan letak bangunannya:

a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Yakni, saluran diatas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open chanel flow*.

b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Sub Surface Drainage*)

Saluran ini bertujuan untuk mengevakuasi air limpasan dari lingkungan dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu.

3. Menurut fungsinya.

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

a. *Single Purpose*

Artinya, saluran yang berfungsi untuk mengalirkan satu jenis saluran pembuangan air limbah, misalnya air hujan saja atau jenis air limbah lainnya.

b. *Multipurpose*

Artinya, saluran yang berfungsi untuk mengalirkan beberapa jenis air limbah baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya air limbah rumah tangga dan air hujan yang mengalir pada waktu yang bersamaan.

4. Menurut konstruksi.

Dalam mendesain saluran drainase terlebih dahulu harus mengetahui jenis struktur saluran tersebut, berikut ini adalah drainase menurut konstruksi:

a. Saluran Terbuka

Artinya, saluran yang struktur bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih cocok untuk drainase hujan di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, atau drainase non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau lingkungan.

b. Saluran Tertutup

Artinya, saluran yang struktur bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak terhubung dengan udara luar. Saluran ini biasanya digunakan untuk pembuangan aliran limbah kotor atau untuk saluran yang berada di pusat kota.

3.4 Sistem Drainase

Sistem drainase adalah serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Sistem drainase adalah bagian penting dari suatu kawasan pemukiman. Suatu kawasan pemukiman yang tertata dengan baik harus diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan agar tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang berkaitan

dengan aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman. Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan air (Suripin 2004).

Bangunan system drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan penerima air (*receiving waters*) (Suripin 2004). Di sepanjang sistem drainase, sering ditemukan bangunan lainnya seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan air terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Drainase sering diabaikan oleh ahli-ahli hidraulik dan sering dianggap seolah-olah itu bukan tugas besar, atau paling tidak diabaikan dibandingkan dengan pekerjaan-pekerjaan pengendalian banjir. Padahal pekerjaan drainase adalah pekerjaan yang rumit dan kompleks, pekerjaan ini mungkin membutuhkan lebih banyak biaya, tenaga dan waktu daripada pekerjaan pengendalian banjir. Secara fungsional, sulit untuk membedakan dengan jelas sistem drainase dan pengendalian banjir, tetapi dapat dikatakan secara praktis bahwa drainase menangani kelebihan air sebelum memasuki ke alur-alur besar atau sungai. Konsep sistem drainase yang berkelanjutan yang merupakan prioritas utama kegiatan harus bertujuan untuk mengelola limpasan permukaan dengan cara membangun fasilitas yang tahan banjir.

3.5 Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase perkotaan secara umum dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a) Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor adalah sistem saluran / badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga dengan sistem saluran pembuangan utama (*Major System*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung arus yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal, atau sungai. Perencanaan drainase mayor ini

biasanya digunakan dengan Periode Ulang Hujan (PUH) antara 5 hingga 10 tahun dan pengukuran topografi yang terperinci mutlak diperlukan dalam merencanakan system drainase ini.

b) Sistem Drainase Minor

Sistem drainase minor adalah sistem drainase yang melayani kawasan kota tertentu saja seperti sistem drainase khusus daerah atau kompleks permukiman, pasar, kawasan komersial, perkantoran, kawasan industri dan kawasan pariwisata. Pengelolaan sistem drainase ini menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi terkait. Sistem drainase minor merupakan bagian dari sistem drainase yang menerima debit limpasan maksimum dari mulai aliran awal, meliputi: inlet limpasan permukaan jalan, saluran dan parit drainase tepian jalan, gorong-gorong, got air hujan, saluran air terbuka dll. Perencanaan drainase minor ini umumnya dipakai dengan Periode Ulang Hujan (PUH) antara 2 sampai 10 tahun tergantung dari tata guna lahan di sekitarnya. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase minor.

c) Pengendalian Banjir (*Flood Control*)

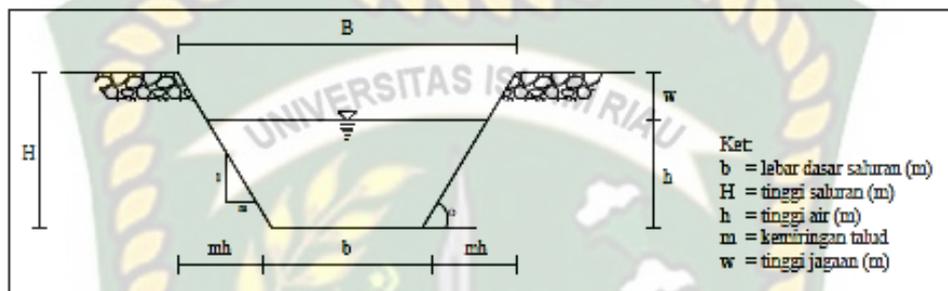
Pengendalian banjir merupakan upaya untuk mengendalikan air sungai dan badan air lainnya agar tidak meluap atau terendam di daerah perkotaan agar tidak mengganggu aktivitas masyarakat. Pengendalian banjir menjadi tanggung jawab Pemerintah Provinsi atau Pemerintah Pusat. Konstruksi atau bangunan dalam sistem *Flood Control* diantaranya adalah: tanggul, pintu air dan saluran *Flood Way*.

3.6 Bentuk Saluran Drainase

Menurut Suripin (2004), potongan saluran melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewatkan debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar saluran tertentu.

1. Saluran Bentuk Trapesium

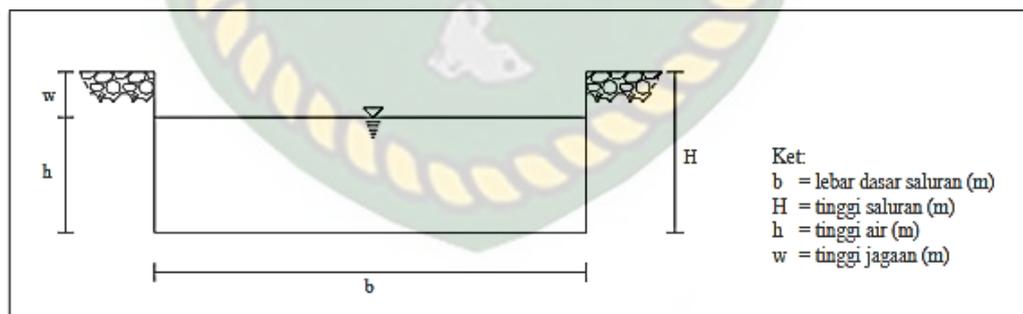
Saluran drainase bentuk trapesium adalah bentuk saluran yang paling umum dipakai pada saluran dinding tanah yang tidak dilapis, sebab stabilitas kemiringannya dapat di sesuaikan. Saluran ini membutuhkan ruangan yang cukup dan berfungsi untuk menyalurkan air hujan, air limbah, maupun untuk irigasi. Untuk lebih jelasnya saluran bentuk trapesium dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Saluran Bentuk Trapesium (Suripin, 2004)

2. Saluran Bentuk Segi Empat

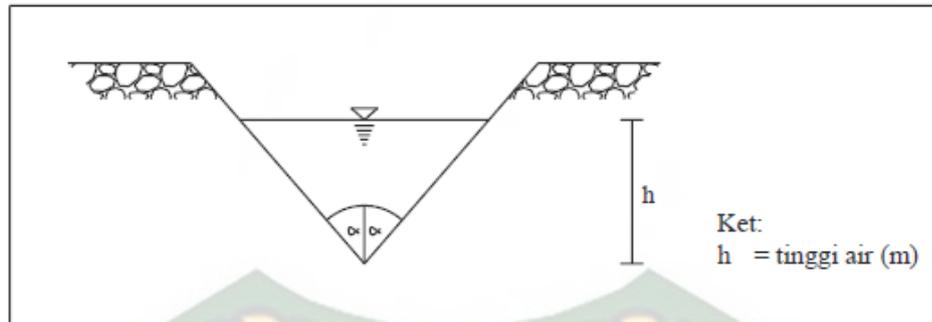
Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak membutuhkan banyak ruangan, sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini harus dari pasangan beton. Bentuk saluran ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air limbah rumah tangga, dan air irigasi. Untuk lebih jelasnya saluran dengan bentuk segi empat terdapat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Saluran Bentuk Segi Empat (Suripin, 2004)

3. Saluran Bentuk Segitiga

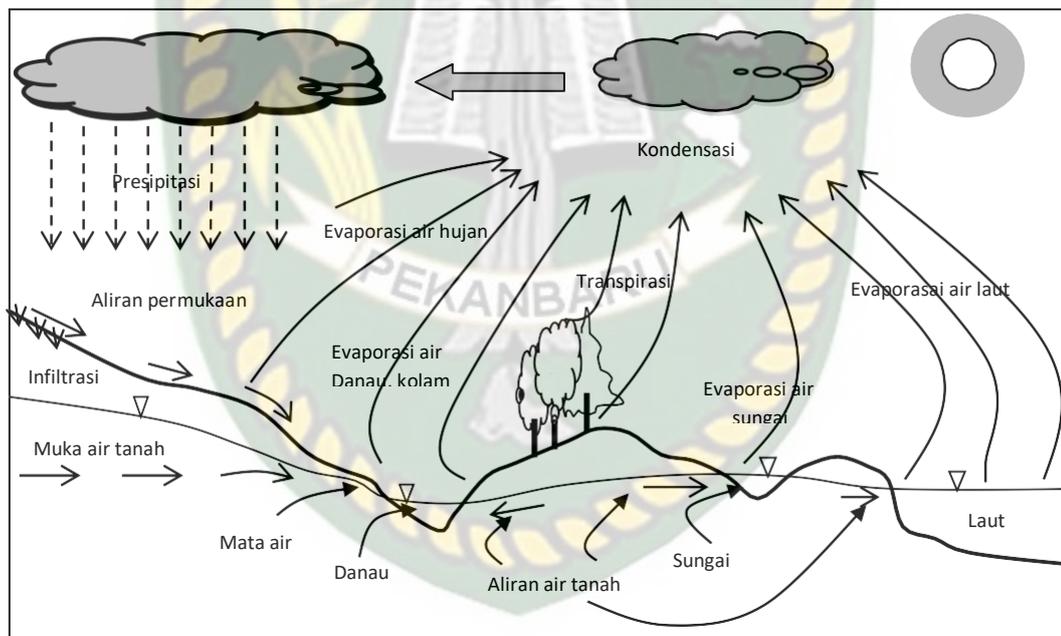
Saluran yang berbentuk segitiga hanya di pakai pada pengujian laboratorium. Karena itu saluran ini sangat jarang sekali digunakan. Untuk lebih jelasnya saluran dengan bentuk segitiga terdapat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Saluran Bentuk Segitiga (Suripin, 2004)

3.7 Aspek Hidrologi

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tiap masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawal nya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (*hidrologic cycle*) (Suripin, 2004)



Gambar 3.4 Siklus Hidrologi (Suripin, 2004)

Dari Gambar dapat dijelaskan siklus hidrologi adalah suatu gerakan baik ke udara akibat proses *evaporasi* yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan dan kembali ke proses awal (Suripin, 2004). Berikut beberapa proses yang terjadi selama siklus hidrologi.

1. Evaporasi

Evaporasi adalah proses penguapan air yang berada di permukaan bumi, baik itu air laut, air danau, air sungai, air pada permukaan tanah dan juga air yang ada pada permukaan tumbuhan akibat sinar matahari (evapotranspirasi).

2. Transpirasi

Transpirasi adalah air yang diisap oleh akar tumbuhan. Diteruskan lewat tubuh tanaman dan diuapkan kembali lewat stomata daun.

3. Kondensasi

Kondensasi adalah penurunan suhu udara di atas atmosfer sehingga uap air hasil dari evaporasi kembali mengembun dan membentuk butir-butir air yang halus sehingga membentuk awan hitam yang jenuh akan butir-butir air.

4. Presipitasi

Presipitasi adalah proses turunnya air hujan dari hasil *kondensasi*. Awan hitam yang mengandung butir-butir air ini ditiup oleh angin sehingga butir-butir air tersebut kembali jatuh ke permukaan bumi. Jika air jatuh berbentuk cair maka disebut hujan (*rain fall*) dan jika dalam bentuk padat disebut salju (*snow*).

5. Aliran permukaan (*run off*)

Sebagian air hujan yang jatuh ke tanah mengalir di atas permukaan tanah membentuk aliran permukaan (*run off*) yang mengalir menuju ke permukaan yang lebih rendah seperti sungai, danau, dan laut.

6. Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses meresapnya air ke dalam tanah. Air hujan yang mengalami presipitasi sebagian masuk diserap ke dalam tanah, hingga akhirnya mencapai permukaan air tanah yang menyebabkan muka air tanah naik.

7. Perkolasi

Perkolasi adalah mengalirnya air melalui pori-pori tanah. Sebagian air yang merembes ke dalam tanah mengalir melalui pori-pori tanah menuju

permukaan air yang lebih rendah seperti permukaan air sungai, danau, maupun air laut.

Menurut Suripin (2004), Hujan merupakan faktor terpenting dalam analisis hidrologi. Intensitas hujan yang tinggi pada suatu kawasan hunian yang kecil dapat mengakibatkan genangan pada jalan-jalan, tempat parkir, dan tempat-tempat lainnya karena fasilitas drainase tidak didesain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang tinggi. Oleh karena itu masih banyak terjadi genangan air disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi yang mengakibatkan bencana. Analisis dan desain hidrologi tidak hanya memerlukan volume atau ketinggian hujan, tetapi juga distribusi hujan terhadap tempat dan waktu. Distribusi hujan terhadap tempat disebut *hytograph*, dengan kata lain adalah grafik intensitas hujan atau ketinggian hujan terhadap waktu.

Karakteristik hujan yang harus ditinjau dalam analisis dan perencanaan hidrologi meliputi:

1. Intensitas I , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam atau mm/hari.
2. Lama waktu (durasi) t , adalah panjang waktu dimana hujan turun dalam menit atau jam.
3. Tinggi hujan d , adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan dan dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar dalam mm
4. Frekuensi adalah frekuensi kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang (*return period*) T , misalnya sekali dalam 2 tahun.
5. Luas adalah luas geografis daerah sebaran curah hujan.

Di dalam alam, air mengalami siklus yang disebut siklus air. Hujan turun ke bumi. Sebagian air segera menguap, Sebagian lagi mengalir dari atas permukaan danau, sungai dan laut. Air sungai, danau dan laut mengalami penguapan. Beberapa tenggelam kedalam tanah dan menjadi air tertampung. sebagian air ini ada diserap oleh tumbuhan dan menguap, Sebagian ada yang keluar sebagai sumber air dan mengalir sebagai air permukaan. Air permukaan

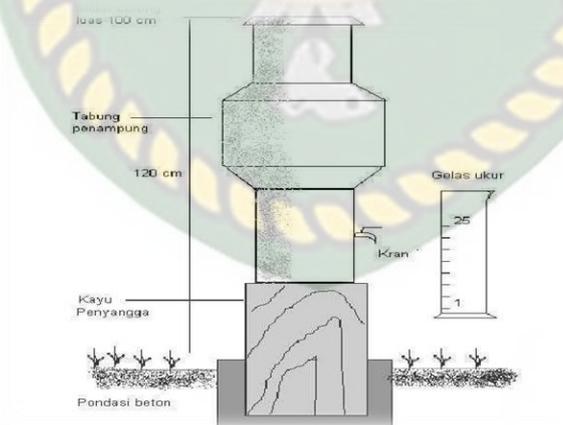
penguapan. Uap yang terbawa angin mengembun menjadi awan dan awan berubah menjadi hujan.

3.8 Pengukuran Hujan

Di Indonesia data hujan ditakar dan dikumpulkan oleh beberapa instansi lain Dinas Pengairan, Dinas Pertanian, dan Badan Meteorologi dan Geofisika. Jenis dan tipe alat penakar hujan yang digunakan juga berbeda-beda. Secara umum alat penakar hujan di bedakan menjadi dua grup, yaitu penakar hujan manual dan penakar hujan otomatis.

Alat penakar hujan manual ini menahan air hujan selama 24 jam. Biasanya pada jam 09.00 pagi dan tercatat sebagai hujan yang terjadi sehari sebelumnya pada formulir yang telah ditentukan. Dengan cara ini, kedalaman hujan yang diperoleh dengan cara ini merupakan kedalaman hujan total yang terjadi selama satu hari (24 jam). Berapa lama dan jam berapa terjadinya hujan tidak diketahui.

Alat penakar hujan manual adalah alat ukur yang paling banyak digunakan. Alat ini terdiri dari corong dan wadah. Ukuran diameter dan tinggi sangat bervariasi dari satu negara ke negara lainnya dan hasilnya tidak sebanding. Oleh karena itu, alat dan aturan pemasangan yang digunakan di suatu negara harus seragam (Suripin, 2004).



Gambar 3.5 Alat penakar hujan manual (Suripin, 2004)

3.9 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Menurut Yulius, 2014 intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan satu persatu waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung. Makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Secara statistik maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit, dan jam-jam an.

Menurut Soemarto, 1999, Analisis frekuensi yang bertujuan untuk menentukan jenis distribusi berdasarkan data yang tersedia sehingga diperoleh jumlah curah hujan yang direncanakan. Pemilihan jenis distribusi curah hujan yang sesuai dilakukan berdasarkan nilai koefisien asimetri, koefisien variasi, koefisien kurtosis yang diperoleh dari harga tabel parameter statistik dengan persamaan.

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

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad 3.1$$

Standar deviasi (S):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x - \bar{x}}{n-1}} \quad 3.2$$

Koefisien Variasi:

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad 3.3$$

Dimana:

n = Jumlah data yang di analisis

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

x_i = Curah hujan (mm)

S = Standar deviasi (mm)

C_v = Koefisien variansi

Koefisien Asimetri atau Kemencengan, (C_s):

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad 3.4$$

Dimana :

- C_s = koefisien kemencengan
- n = jumlah data yang dianalisis
- x_i = curah hujan (mm)
- \bar{x} = curah hujan rata-rata (mm)
- s = standar deviasi (mm)

Koefisien Kurtois, (CK) :

$$CK = \frac{n^2 \sum (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \quad 3.5$$

Dimana:

- C_k = koefisien kurtosis
- n = jumlah data yang dianalisis
- x_i = curah hujan (mm)
- \bar{x} = curah hujan rata-rata (mm)
- s = standar deviasi (mm)

Syarat yang harus digunakan dalam distribusi adalah sebagai berikut:

- a. Apabila Harga C_s = bebas, C_k = bebas, maka distribusi yang digunakan adalah distribusi *Log Pearson type III*.
- b. Apabila harga koefisien Asimetri mendekati tiga kali besar variasi ($C_s = 3$ kali C_v) maka distribusi yang digunakan adalah distribusi Log Normal.
- c. Apabila $C_s = 1,1369$, $C_k = 5,4002$, maka dipakai adalah distribusi *Gumbel*.
- d. Apabila harga $C_s = 0$, maka distribusi yang digunakan adalah distribusi Normal.

Penentuan jumlah curah hujan yang direncanakan untuk ditransformasikan menjadi debit rencana. Menurut definisi curah hujan rencana merupakan jumlah curah hujan terbesar yang dapat terjadi disuatu wilayah selama periode ulang tertentu, yang digunakan sebagai dasar untuk menghitung perencanaan suatu bangunan.

3.10 Distribusi Frekuensi

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T S \quad 3.6$$

Dimana :

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T (tahun).

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi (K_T) umumnya sudah tersedia nilai variabel reduksi *Gauss* seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss (Suripin, 2004)

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3.05
2	1,005	0,995	-2.58
3	1,010	0,990	-2.33
4	1,050	0,950	-1.64
5	1,110	0,900	-1.28
6	1,250	0,800	-0.84
7	1,330	0,750	-0.67
8	1,430	0,700	-0.52

9	1,670	0,600	-0.25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0.25
12	3,330	0,300	0.52
13	4,000	0,250	0.67
14	5,000	0,200	0.84
15	10,000	0,100	1.28
16	20,000	0,050	1.64
17	50,000	0,020	2.05
18	100,000	0,010	2.33
21	1000,000	0,001	3.09

2. Distribusi Log Normal

Dalam distribusi log normal data X diubah kedalam bentuk logaritma $Y = \log X$. Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi log normal. Untuk distribusi log normal perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \times S \quad 3.7$$

Dimana:

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi depan periode ulang T (tahun)

\bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

3. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel memiliki persamaan sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + S \times K \quad 3.8$$

Dimana:

\bar{X} = Harga rata-rata sampel

S = Standar deviasi (simpangan baku) sampel

K = Faktor probabilitas

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$K = \frac{Y_{Tr} Y_n}{S_n} \quad 3.9$$

Dimana:

Y_n = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel atau data n . Untuk mempermudah perhitungan, nilai Y_n dapat dilihat pada daftar harga *reduced mean* yang disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Reduced Mean, Y_n* (Suripin, 2004)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
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	0,8396	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	0,5489	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	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	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

S_n = *Reduced standar deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel atau data n . Untuk mempermudah perhitungan, nilai S_n dapat dilihat pada daftar harga *reduced standar deviation* yang disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Reduced standar deviation, S_n* (Suripin, 2004)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Y_{Tr} = *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{Tr} = -1n \left(\frac{Tr-1}{Tr} \right) \quad 3.10$$

Untuk mempermudah perhitungan, nilai Y_{Tr} dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 *Reduced variate, Y_{Tr}* (Suripin, 2004)

Periode Ulang T _r (tahun)	<i>Reduced Variate Y_{tr}</i>
2	0,3668
5	1,5004
10	2,251
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
75	4,3117
100	4,6012
200	5,2969
250	5,5206
500	6,2149
1000	6,9087
5000	8,5188
10000	9,2121

4. Metode *Log Pearson Type III*

Menurut Suripin (2004), distribusi *Log-Pearson III* memiliki tiga parameter penting, yaitu harga rata-rata, simpangan baku, dan koefisien kemencengan. Jika koefisien kemiringan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi normal. Berikut ini langkah-langkah untuk menggunakan distribusi *Log-Pearson III*:

a. Data curah hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah ke dalam bentuk logaritma.

b. Hitung rata-rata logaritma dengan menggunakan rumus:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad 3.11$$

c. Hitung simpangan baku dengan rumus :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \log X_i - \log \bar{X}}{n}} \quad 3.12$$

d. Hitung Koefisien Mancegan dengan rumus :

$$C_s = \frac{nx \sum_{i=1}^n \log(X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad 3.13$$

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

$$\log X_T = \log \bar{X} + Ks \quad 3.14$$

Dengan harga G diperoleh harga C_s dan probabilitasnya Curah hujan rencana dengan periode tertentu adalah harga antilog X_t dimana :

$\log X_T$ = Logaritma curah hujan rencana menggunakan kala ulang tahun

$\log \bar{X}$ = Rata-rata logaritma data

n = Banyaknya tahun pengamatan

St = Standar deviasi

C_s = Koefisien kepencengan

G = Koefisien frekuensi

K_s = Variabel standar x , besarnya tergantung koefisien kemencengan c_s , adapun nilai K untuk diatribusi *Log-Pearson III* dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai K dalam Distribusi *Log-Pearson III* (Suripin, 2004)

Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,010	1,25	2	5	10	25	50	100
	1							
Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)								
Koef,G	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-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
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	-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
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	-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

Tabel 3.5 Lanjutan

Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,010 1	1,25	2	5	10	25	50	100
Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)								
Koef,G	99	80	50	20	10	4	2	1
-2	-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	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

3.11 Kala Ulang Minimum

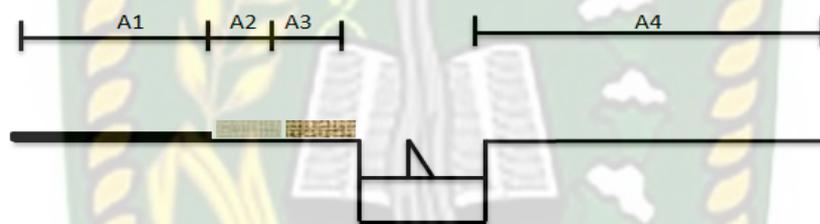
Perencanaan penanggulangan drainase biasanya ditentukan dalam satu waktu, misalnya 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, sehingga drainase akan aman jika debit banjir yang dihasilkan tidak melebihi debit banjir yang direncanakan untuk periode kala ulang. Selain itu, dalam perencanaan ulang drainase yang digunakan bergantung pada fungsi saluran dan area tangkapan hujan. Beberapa kriteria periode ulang diperhatikan pada tabel 3.6 yaitu:

Tabel 3.6 Kriteria Periode Ulang (Notodihardjo, 1998)

Jenis Lahan / Guna Lahan	Periode Ulang
1. Jalan Tol	10 Tahun
2. Jalan Arteri	10 Tahun
3. Jalan Kolektor	10 Tahun
4. Jalan Biasa	10 Tahun
5. Perumahan	2 – 5 Tahun
6. Pusat Perdagangan	2 – 10 Tahun
7. Pusat Bisnis	2 – 10 Tahun
8. Landasan Terbang	4 Tahun

3.12 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Catchment Area adalah daerah tadah hujan yang air mengalir di permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik, yaitu apabila terjadi hujan di suatu daerah harus segera dapat dibuang, sehingga dibuat saluran yang menuju saluran utama. Agar air dapat mengalir secara optimal dan efektif maka perlu ditentukan *catchment area*, sehingga sistem pengalirannya sesuai dengan kondisi *catchment area* yang telah ditentukan sebelumnya (Hidayat, 2010). Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (*Catchment area*) sekitar drainase yang relatif datar, dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Catchment Area*

Keterangan:

- A1 = Permukaan jalan aspal x panjang saluran
- A2 = Bahu jalan berbutir halus x panjang saluran
- A3 = Bahu jalan berbutir kasar x panjang saluran
- A4 = Daerah permukiman warga x panjang saluran

Daerah tangkapan air adalah daerah tadah hujan yang melimpaskan air hujan yang jatuh ke suatu aliran yang berbentuk saluran buatan atau saluran alami (Hasmar, H. 2012). Karakteristik daerah tangkapan air adalah sebagai berikut :

1. Ditinjau dari segi keadaan tanah
 - a. Daerah tangkapan air dengan keadaan tanah kedap, akan memberikan limpasan besar.

- b. Daerah tangkapan air dengan keadaan tanah porous, akan memberikan limpasan kecil.
2. Ditinjau dari segi tata guna
- Perumahan padat, akan memberikan aliran limpasan agak besar.
 - Perumahan jarang, akan memberikan aliran limpasan agak kecil.
 - Lapangan sepak bola, akan memberikan aliran limpasan kecil.
 - Lapangan tennis, akan memberikan aliran limpasan besar.
 - Lapangan udara, akan memberikan aliran limpasan besar.

3.13 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir di suatu bagian (Suripin, 2004). Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$T_c = t_o + td \quad 3.15$$

$$t_o = \frac{L}{\frac{Vtd}{3600}} \quad 3.16$$

$$td = \frac{L}{\frac{Vtd}{3600}} \quad 3.17$$

Dimana :

T_c = waktu konsentrasi (menit)

T_o = waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

td = waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran

n = angka kekasaran *Manning*,

S = kemiringan lahan,

L = panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m), L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m), V = kecepatan aliran didalam saluran (m/det).

Untuk mengetahui koefisien hambatan berdasarkan kondisi lapisan dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Koefisien hambatan (Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

No	Kondisi Lapisan Permukaan	Kondisi Hambatan (n_d)
1	Lapisan semen dengan aspal	0,013
2	Beton permukaan licin dan kedap	0,020
3	Air permukaan licin dan kokoh	0,10
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar padang rumput dan rerumputan	0,20
5	Hutan gundul	0,40
6	Hutan rimbun	0,60
7	Hutan gundul rapat dengan hampan rumput jarang sampai rapat	0,80

Waktu konsentrasi ditentukan dengan menggunakan perkiraan kecepatan air seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Hubungan antara Jenis - Jenis Bahan dengan Kecepatan Aliran Air (V_o) (Hadihardjaja, 1997)

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,5
Lanau aluvial	0,6
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,1
Kerikil kasar	1,2
Jalan Aspal	0,9
Batu-batu besar	1,5
Pasangan batu	1,5
Beton	1,5
Beton bertulang	1,5

Kemiringan dasar saluran mempengaruhi kecepatan aliran air di saluran tersebut. Pada Tabel 3.9. di bawah ini adalah hubungan kemiringan dasar saluran terhadap kecepatan aliran rata-rata.

Tabel 3.9 Hubungan antara Kemiringan Dasar Saluran dengan Kecepatan Saluran (Hadihardjaja, 1997)

Kemiringan Rerata Dasar Saluran (%)	Kecepatan Rerata (m/det)
< 1,00 %	0,40
1,00 – 2,00	0,60
2,00 – 4,00	0,90
4,00 – 6,00	1,20
6,00 - 10,00	1,50
10,00 – 15,00	2,40

3.14 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien Pengaliran adalah koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, dan lamanya hujan di daerah pengaliran. Di wilayah perkotaan, luas daerah pengeringan pada umumnya terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda-beda sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing sub area nilainya berbeda dan untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan dari masing-masing sub area . Secara matematis dapat dinyatakan dengan :

$$CDAS = \frac{\sum_{i=1}^n Ci Ai}{\sum_{i=1}^n Ai} \quad 3.18$$

Dimana :

A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah i

C_i = Koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i

n = Jumlah jenis penutup lahan

Harga koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah (C) pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi menurun pada pada hujan yang terus

menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Harga koefisien aliran permukaan untuk berbagai jenis kondisi tanah dan dan penggunaan lahan bisa diperoleh dari tabel 3.10

Tabel 3.10 Koefisien Aliran (SNI 03-3424-1994)

Jenis Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
Bahu jalan :	
a. Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
b. Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
c. Batuan masif keras	0,70 – 0,85
d. Batuan masif lunak	0,60 – 0,75
Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
Daerah industri	0,60 – 0,90
Permukiman padat	0,60 – 0,80
Permukiman tidak padat	0,40 – 0,60
Taman atau kebun	0,20 – 0,40
Persawahan	0,45 – 0,60
Perbukitan	0,70 – 0,80
Pegunungan	0,75 – 0,90

3.15 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan ketinggian atau kedalaman air hujan relative terhadap waktu. ciri umum hujan adalah semakin pendek curah hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin,2004). Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi. Besarnya intensitas hujan pada kondisi yang muncul sesuai dengan derajat curah hujan dapat dilihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan (Suripin, 2004)

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Kondisi
Hujan sangat lemah Hujan lemah Hujan normal	< 1,20 1,20 – 3,00 3,00	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit. Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat <i>puddle</i> . Dapat dibuat <i>puddle</i> dan bunyi hujan kedengaran.
Hujan deras Hujan sangat deras	18,0 – 60,3 > 60,0	Air masih menggenangi permukaan tanah dan bunyi keras hujan deras terdengar berasal dari genangan air. Hujan seperti tumpahan, saluran dan drainase meluap

Data curah hujan pada waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada perangkat otomatis dapat diubah menjadi intensitas curah hujan per jam. Umpamanya untuk berubah hujan 5 menit menjadi intensitas curah hujan perjam, maka curah hujan ini harus dikalikan dengan 60/5, demikian pula untuk 10 menit dikalikan dengan 60/10. Menurut Dr. Manonobe intensitas hujan (I) di dalam rumus rasional dapat dihitung dengan rumus (Suripin,2004).

$$I = \frac{R^{24} \left[\frac{24}{3} \right]^{\frac{2}{3}}}{24 [TC]} \quad 3.19$$

Dimana :

R^{24} = Curah hujan rencangan setempat (cm)

Tc = Lama waktu konsentrasi dalam jam

I = Intensitas hujan dalam mm/jam

3.16 Debit Rencana Aliran (Q)

Debit rencana adalah debit yang diharapkan dengan periode ulang tertentu yang diperkirakan akan melewati suatu sungai. Faktor–faktor yang menentukan sampai berapa berapa lama genangan air yang diperbolehkan agar tidak menimbulkan kerugian yang berarti, adalah:

1. Faktor luas daerah yang akan tergenang
2. Berapa lama waktu tergenangnya

Untuk drainase perkotaan dan jalan raya biasanya debit rencana maksimum adalah 5 tahun. Penetapan debit banjir maksimum untuk periode 5 tahun ini didasarkan pada hal-hal sebagai berikut :

1. Resiko banjir akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil di bandingkan dengan banjir yang diakibatkan oleh luapan air sungai.
2. Luas lahan di daerah perkotaan relatif terbatas jika direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum dengan periode ulang lebih besar dari 5 tahun.
3. Wilayah perkotaan mengalami perubahan yang periode tertentu sehingga menyebabkan perubahan pada saluran drainase.

Untuk aliran lebih kecil dari 80 ha itu menggunakan metode rasional sedangkan yang lebih besar dari 80-500 ha itu menggunakan metode rasional yang diubah.

Kapasitas aliran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \alpha \times \beta \times I \times A \quad 3.20$$

Dimana :

Q = Kapasitas Pengaliran (m³/dtk)

α = Koefisien Pengaliran

β = Koefisien Penyebaran Hujan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah Pengaliran (Ha)

Berdasarkan batasan dalam kerangka tata cara perencanaan drainase Perkotaan, maka kala ulang debit banjir rencana dapat dilihat pada tabel 3.12 dibawah ini :

Tabel 3.12 Kala Ulang Debit Banjir Rencana (Gunadarma, 1997)

No	Jenis Saluran	Kala Ulang Debit Banjir Rencana
1.	Saluran Primer	10 tahun
2.	Saluran Sekunder	5 tahun
3.	Saluran Tersier	2 tahun
4.	Saluran Kwarter	1 tahun

Tabel 3.13 Koefisien Pengaliran (Suripin,2008)

No	Jenis perumahan	Koefisie pengaliran
1	20 rumah/ha	0,25-0,4
2	20-60 rumah/ha	0,4-0,7
3	60-160 rumah/ha	0,7-0,8

Tabel 3.14 Koefisien Penyebaran Hujan (Suripin,2008)

No	Luas Daerah Penyebaran (Km ²)	Koefisien Penyebaran
1	0,1-4	1
2	5	0,995
3	10	0,980
4	15	0,955

3.17 Analisa Debit Air Kotor

Dalam menghitung analisa debit air kotor, perlu diketahui besarnya kebutuhan air untuk penduduk di setiap wilayah yang diteliti. Besarnya pemakaian air rata-rata per orang setiap hari menurut pedoman instansi kesehatan rata-rata sesuai dengan jenis keperluannya, dapat dilihat pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari (SNI 03-7065-2005)

No	Pengguna Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah Tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah Susun	100	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500	Liter/tempat tidur/hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko atau Rukan	100	Liter/pegawai/hari
9	Kantor dan Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	Liter/m ²

Lanjutan 3.15 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari (SNI 03-7065-2005)

11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel Berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13	Hotel Melati dan Penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14	Gedung Pertunjukan/bioskop	10	Liter/kursi
15	Gedung Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, Terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Tempat Beribadah	5	Liter/orang
18	Pasar	5	M ³ /gedung/hari

Tabel 3.16 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari (Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996)

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Hotel	150	Liter/bed/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2-0,8	Liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hektar

Dari jumlah penggunaan air tersebut, dapat diperkirakan jumlah air limbah yang akan ditampung dan dialirkan mencapai 85% dari kebutuhan air yang ditetapkan (Suhardjono, 2013). Mengetahui jumlah pemakaian air, maka debit laju aliran air kotor dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Q_R = \frac{P_n \times q}{A} \quad 3.21$$

Dimana:

Q_R = debit air kotor rata-rata (liter/detik/m²)

P_n = jumlah penduduk

q = debit air buangan (liter/detik/orang)

A = luas total wilayah (m²)

Berdasarkan batasan dalam kerangka Tata Cara Perencanaan Drainase Perkotaan, maka kala ulang debit banjir rencana dapat dilihat pada tabel 3.17 dibawah ini :

Tabel 3.17 Kala Ulang Debit Banjir Rencana (Gunadarma, 1997)

No	Jenis Saluran	Kala Ulang Debit Banjir Rencana
1.	Saluran Primer	10 tahun
2.	Saluran Sekunder	5 tahun
3.	Saluran Tersier	2 tahun
4.	Saluran Kwarter	1 tahun

3.18 Dimensi Saluran

Dimensi saluran dihitung dengan cara menggunakan rumus-rumus untuk perhitungan aliran seragam dengan mempertimbangkan (Suripin, 2004):

- a. Efisiensi hidrolis
- b. Kepraktisan saluran
- c. Ekonomis saluran

Penampang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melebihi debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan pada persamaan kontinuitas, jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum.

Dari rumus *manning* maupun *chezy* terlihat bahwa untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidraulik (R) maksimum. Selanjutnya untuk luas penampang tetap, jari-jari hidraulik (R) maksimum jika keliling basah (P) minimum. Kondisi tersebut memberikan cara untuk menentukan dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk, seperti yang dijelaskan dibawah ini.

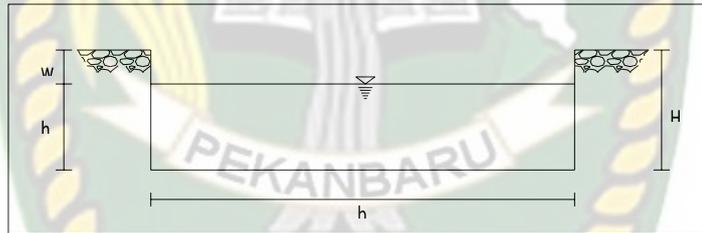
Pada bagian penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h (Gambar 3.12), luas penampang basah (A) dan keliling basah (P) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = B \times h \tag{3.22}$$

atau,

$$B = \frac{A}{h} \tag{3.23}$$

Adapun bentuk penampang melintang saluran drainase berbentuk persegi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Penampang Persegi (Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

$$P = B + 2h \tag{3.24}$$

Substitusi persamaan (3.23) ke dalam persamaan (3.24), maka diperoleh persamaan:

$$P = \frac{A}{h} + 2h \tag{3.25}$$

Dengan asumsi luas penampang (A) adalah konstan, maka persamaan (3.24) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh nilai P minimum.

$$\frac{dp}{dh} = -\frac{A}{h^2} + 2 = 0 \tag{3.26}$$

$$A = 2h^2 = Bh \tag{3.27}$$

$$B = 2h \text{ a} = \frac{B}{2} \quad 3.28$$

Jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{P} = \frac{Bh}{B+2h} \quad 3.29$$

atau ,

$$R = \frac{h}{2} \quad 3.30$$

Bentuk penampang melintang persegi yang paling ekonomis adalah jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran, atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.

3.19 Kecepatan Minimum Yang Diizinkan

Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan. Pada umumnya dalam praktek, kecepatan sebesar 0,60-0,90 m/detik, dapat digunakan dengan aman apabila presentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan 0,75 m/det bisa mencegah tumbuhnya tumbuh-tumbuhan yang dapat memperkecil daya angkut saluran (Muslim, 2012).

Kecepatan aliran tergantung dari jenis bahan material saluran, dapat dilihat pada Tabel 3.18.

Tabel 3.18 Kecepatan izin dalam saluran (Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

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

3.20 Tinggi Jagaan (*Freeboard*)

Yang dimaksud dengan tinggi jagaan (*freeboard*) dari suatu saluran adalah jarak vertikal dari puncak tanggul drainase sampai permukaan air pada kondisi debit rencana. Tinggi jagaan (*freeboard*) pada saluran drainase berfungsi untuk mencegah gelombang atau kenaikan muka air yang melimpah ke tepi saluran. Tinggi jagaan juga direncanakan untuk dapat mencegah peluapan air akibat gelombang serta fluktuasi permukaan air, misalnya berupa gerakan-gerakan angin serta pasang surut. Pada umumnya semakin besar debit yang di angkut, semakin besar pula tinggi jagaan yang harus disediakan. Menurut Departemen Pekerjaan umum (2006) tinggi jagaan pada saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

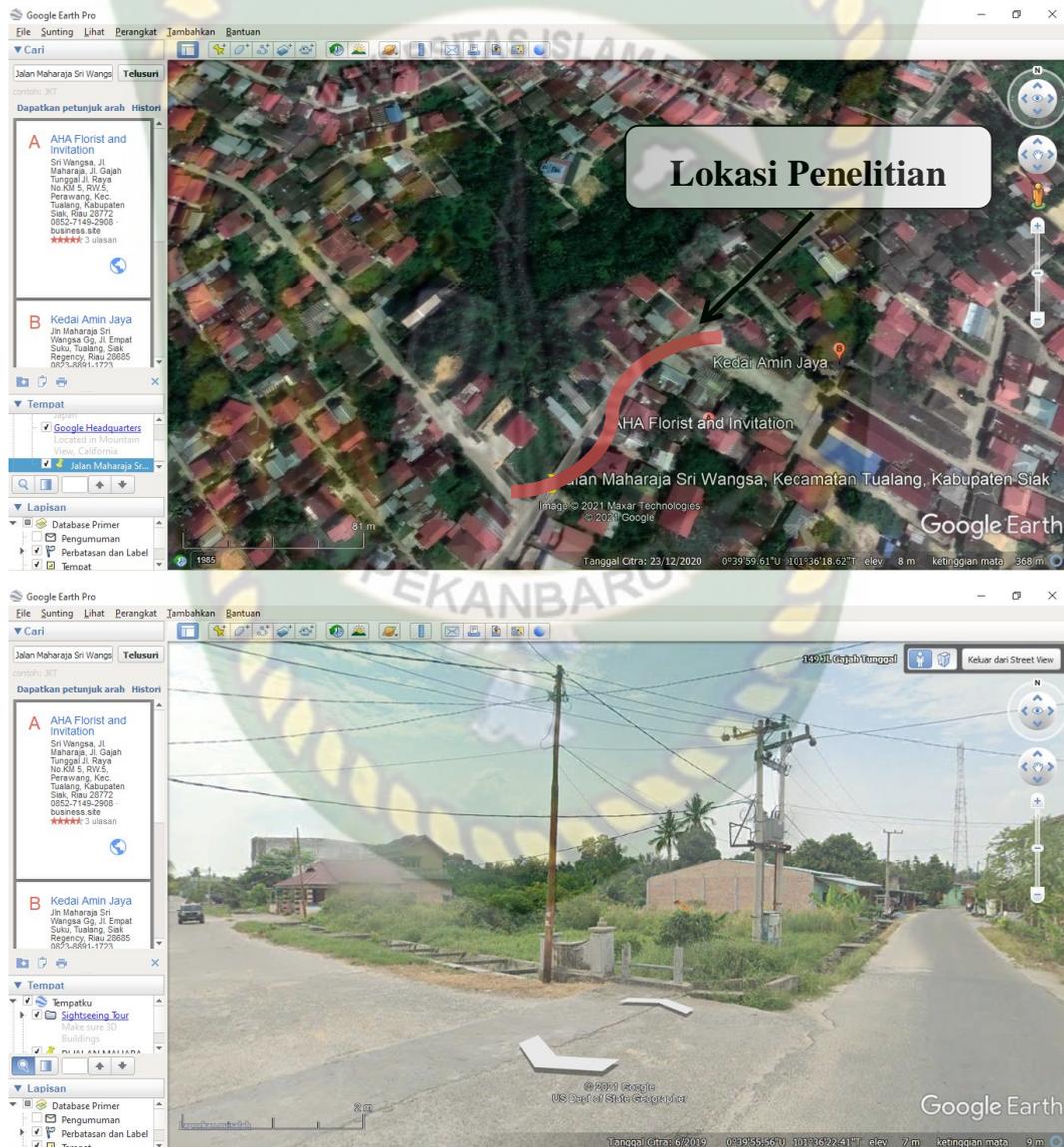
$$W = \sqrt{0,5 h} \quad 3.31$$

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan adalah saluran drainase Jalan Maharaja Sri Wangsa, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak. Lokasi ini dipilih karena pada setiap musim hujan sering terjadi genangan air selama berhari-hari. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Lokasi penelitian saluran drainase via *Google Earth-Pro*

4.2 Teknik Penelitian

Untuk menganalisis permasalahan dan upaya menyelesaikan penelitian ini, penelitian menggunakan studi literatur yang digunakan untuk mendapatkan arahan dan wawasan sehingga dapat memudahkan pengumpulan data, pengolahan data dan penyusunan hasil pengolahan data. Studi literatur diambil dari beberapa buku pendukung yang berhubungan dengan perencanaan ini sehingga diharapkan dengan adanya studi literatur dapat mempermudah perencanaan, seperti perencanaan lokasi penelitian, pengumpulan data, analisis dan penyusunan laporan.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data redesain dikumpulkan langsung melalui data-data dari Jalan Maharaja Sri Wangsa, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak dan dari literatur – literatur tentang penyelesaian penelitian ini. Ada dua data dalam perencanaan sistem drainase ini, yaitu:

4.3.1 Data primer

Sumber data penelitian diperoleh berupa wawancara langsung dari sumber aslinya, jajak pendapat dari individu atau kelompok serta hasil observasi terhadap suatu objek, peristiwa atau hasil pengujian objek. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data kondisi eksisting saluran drainase Jalan Maharaja Sri Wangsa.
2. Data lebar dan panjang Jalan Maharaja Sri Wangsa.

4.3.2 Data Sekunder

Sumber data penelitian yang diperoleh melalui media langsung atau tidak langsung berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasi maupun tidak dipublikasikan secara umum. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data curah hujan tahun 2003 hingga tahun 2019 diperoleh dari Stasiun Balai Wilayah Sungai Sumatera Kota Pekanbaru.
2. Data tata guna lahan diperlukan untuk menghitung debit air buangan dari bangunan yang berada disekitar drainase. Data ini didapat melalui

survey langsung ke lokasi penelitian.

3. Data kontur diperlukan untuk mengetahui elevasi saluran. Data ini menggunakan data peneliti terdahulu.

4.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap ini, menunjukkan garis besar berupa langkah-langkah penelitian untuk memandu penulis agar lebih terarah.

1. Persiapan

Tahap persiapan ini adalah langkah pertama yang harus dilakukan dalam penelitian ini, dimana persiapan yang harus dilakukan pertama sekali adalah mencari tempat atau lokasi penelitian yang akan dilakukan serta mencari referensi-referensi sesuai dengan judul penelitian.

2. Pengumpulan Data

Dari penelitian ini penulis memerlukan beberapa data dan literatur untuk pembahasan dalam menyelesaikan penelitian ini. Data-data tersebut adalah data primer dan data sekunder.

3. Analisa Data

Setelah data-data yang diperlukan terkumpul, selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data. Tahapan untuk menganalisis perhitungan ini adalah:

- a. Menghitung frekuensi curah hujan
- b. Menghitung intensitas curah hujan
- c. Menghitung debit aliran
- d. Menghitung dimensi saluran

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil analisis kemudian dilakukan pembahasan untuk mengevaluasi kinerja kapasitas saluran sistem drainase, apabila tidak memenuhi maka akan dilakukan redesain pada saluran. Setelah di bandingkan, apabila kapasitas saluran tidak mampu untuk mengalirkan debit maksimum rencana maka dilakukan desain ulang dengan menggunakan acua ketersediaan lahan yang ada dilapangan.

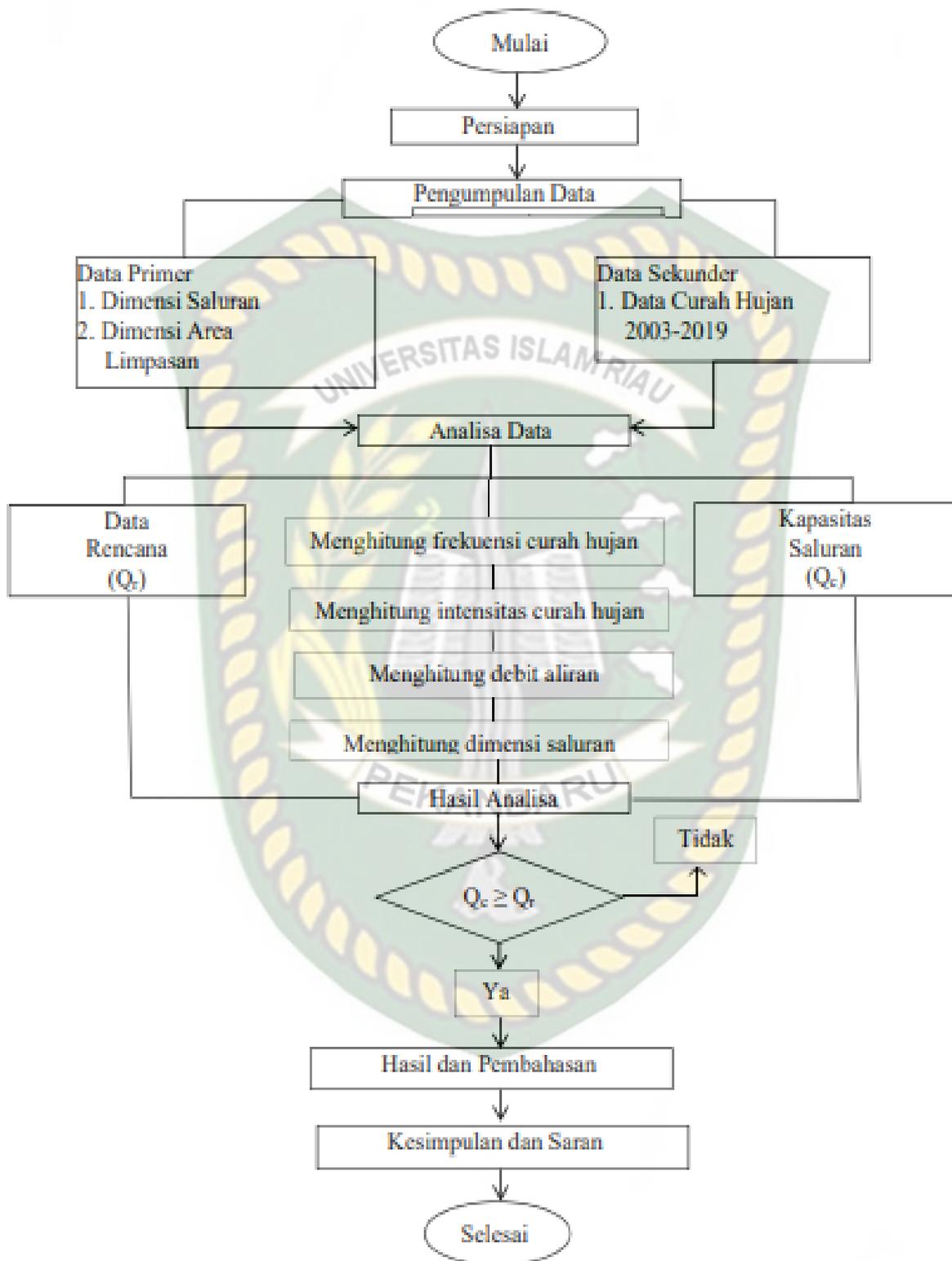
5. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan hasil dan pembahasan, kemudian dilakukan perumusan kesimpulan dan saran/ rekomendasi.

4.5 Bagan Alir Penelitian

Untuk memperoleh hasil penelitian yang ilmiah, dibuat alur kerja yang jelas sesuai dengan metode analisis dan kelengkapan data pendukung dalam penelitian. adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 4.2.





Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

4.6 Cara Menganalisis Data

Menganalisis data ini menggunakan berbagai metode sehingga diperoleh beberapa pembahasan tentang permasalahan yang muncul dilokasi penelitian. Tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain:

5.13. Menghitung frekuensi curah hujan

Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variansi, dan koefisien kemencengan. Selanjutnya memilih metode distribusi yang akan digunakan dengan cara menyesuaikan parameter statistik yang didapat dari perhitungan data dengan sifat-sifat yang ada pada metode-metode distribusi.

5.14. Menghitung debit aliran yang terkait dengan perubahan tata guna lahan

Perubahan tata guna lahan tentunya mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran (C) yang mana debit aliran berbanding lurus dengan koefisien pengaliran (C), intensitas curah hujan (I), dan luas daerah pengaliran (A).

5.15. Menghitung intensitas curah hujan menggunakan rumus rasional mononobe. Intensitas curah hujan (I) pada rumus rasional dapat

dihitung dengan persamaan $I = \frac{R_2}{2} \left(\frac{2}{t_c} \right)^{0.4}$

5.16. Menghitung kapasitas saluran drainase

Untuk menghitung kapasitas saluran diperlukan data luas penampang saluran (A) dan kecepatan aliran (V) berdasarkan jenis saluran karena kapasitas saluran berbanding lurus dengan luas penampang dan kecepatan alirannya.

5.17. Mengevaluasi struktur saluran drainase

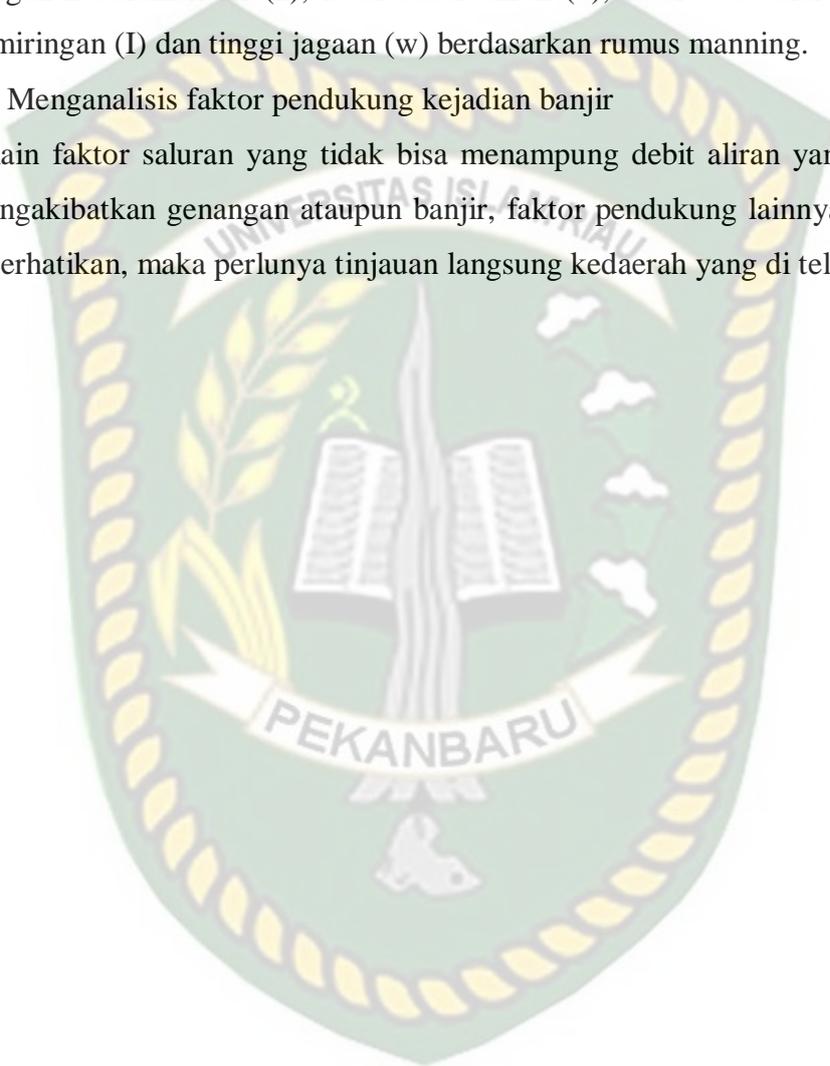
Diketahuinya debit aliran dan debit saluran maka bangunan saluran drainase dapat di evaluasi, jika debit aliran lebih besar dari debit saluran ($Q_r < Q_s$) maka bangunan saluran drainase dinyatakan aman sedangkan jika debit aliran lebih besar dari debit saluran ($Q_r > Q_s$) maka bangunan saluran drainase tidak aman perlu direncanakan ulang.

5.18. Merencanakan saluran

Setelah mendapatkan debit aliran rencana dan jenis saluran yang akan direncanakan maka luas penampang basah (A) bisa dihitung berikut dengan kedalaman air (h), lebar dasar aliran (b), lebar atas saluran (B), kemiringan (I) dan tinggi jagaan (w) berdasarkan rumus manning.

5.19. Menganalisis faktor pendukung kejadian banjir

Selain faktor saluran yang tidak bisa menampung debit aliran yang bisa mengakibatkan genangan ataupun banjir, faktor pendukung lainnya perlu diperhatikan, maka perlunya tinjauan langsung kedaerah yang di teliti.



BAB V

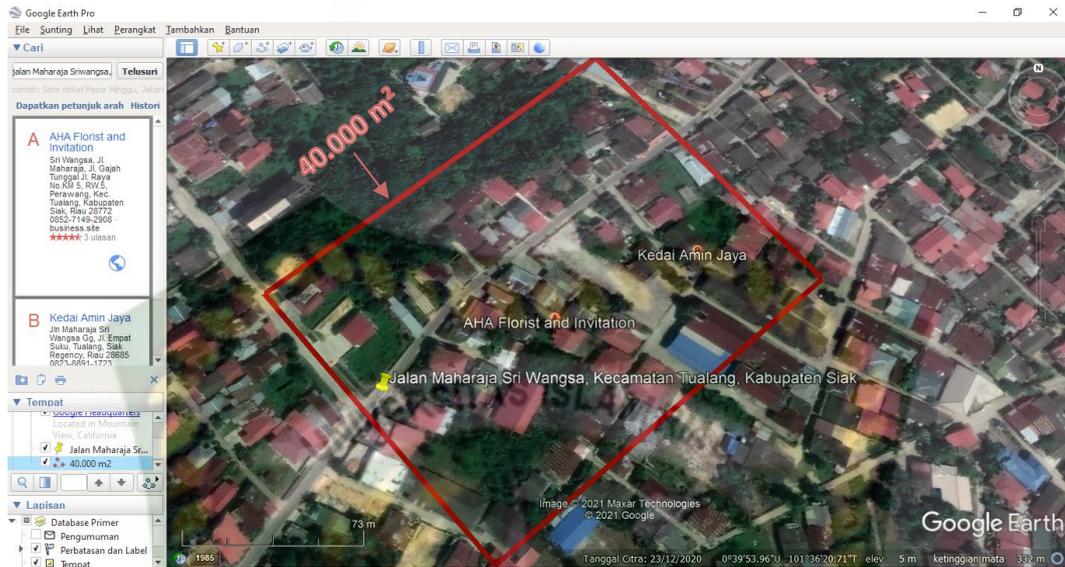
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Lokasi Penelitian

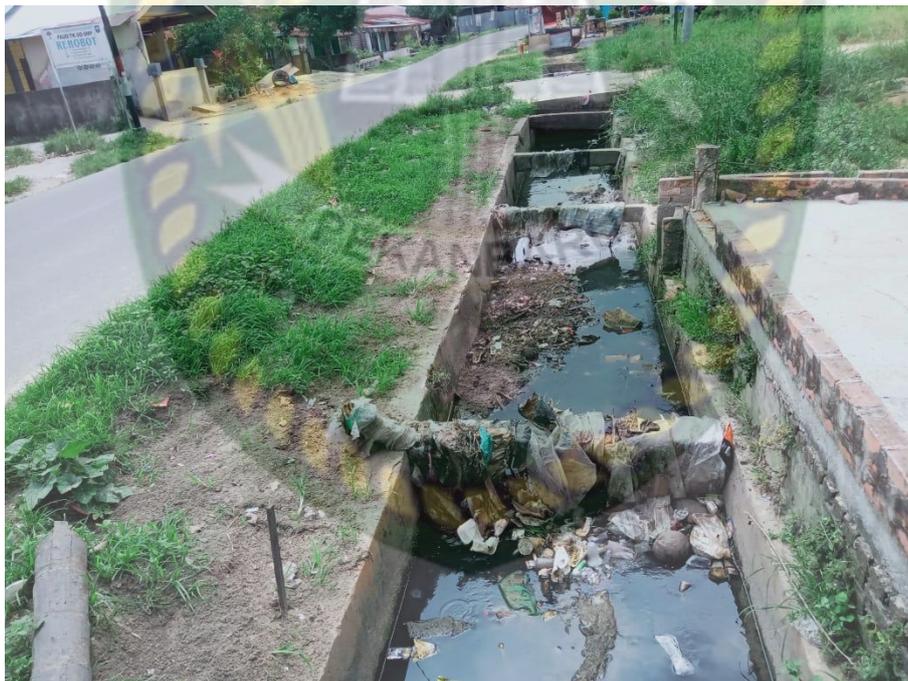
Pada penelitian ini lokasi yang dijadikan tempat penelitian berada di jalan Maharaja Sriwangsa, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak. Untuk lokasi penelitian ini bisa dilihat pada gambar 5.1. Lokasi ini dipilih karena setiap musim hujan sering terjadi banjir selama sehari-hari. Belum dapat dipastikan apa penyebab terjadinya banjir pada saluran drainase ini.



Gambar 5.1. Lokasi penelitian saluran drainase via *Google Earth-Pro*



Gambar 5.2. Lokasi penelitian tampak atas via *Google Earth-Pro*

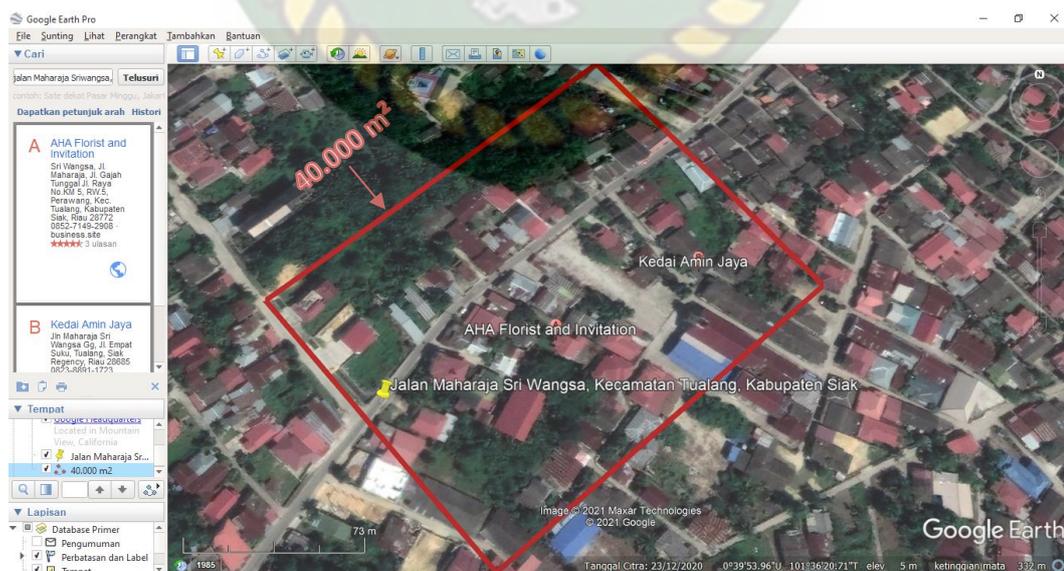




Gambar 5.3. Kondisi eksisting saluran drainase

5.2. *Catchment Area* (Daerah Tangkapan Hujan)

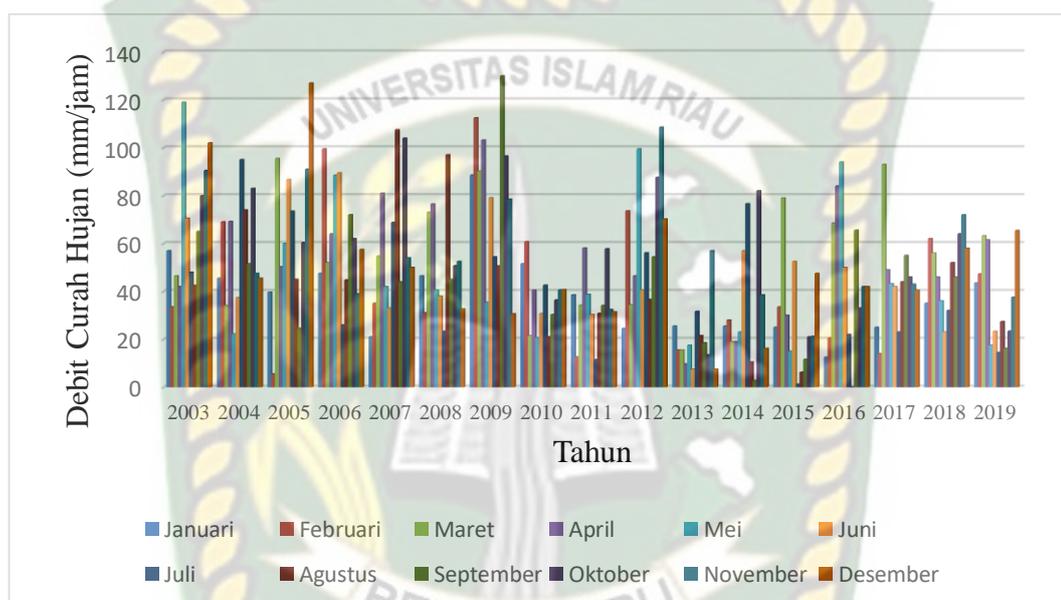
Pada penelitian ini *Catchment Area* (Daerah Tangkapan Hujan) yang diteliti ini memiliki Luas sebesar 40000 m². Untuk luas *Catchment Area* pada saluran drainase primer yaitu sebesar 44800 m², dan untuk saluran sekunder 4802 m², dan untuk saluran tersier sebesar 4802 m².



Gambar 5.4. Luas *Catchment Area* via *Google Earth-Pro*

5.3. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Provinsi Riau dengan panjang data curah hujan 17 tahun (2003 - 2019). Untuk lebih jelas data curah hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Data Curah Hujan Bulanan Maksimum

Pada gambar 5.5 dapat dilihat curah hujan maksimum selama 17 tahun terakhir (2003 – 2019). Pada tahun 2009 sebesar 130 mm, hal ini terjadi pengaruh adanya curah hujan tertingginya pada bulan September sehingga curah hujan maksimum diambil pada tahun tersebut, sedangkan curah hujan minimumnya terdapat pada bulan Juni dan Desember tahun 2013 dengan curah hujan 57 mm. Untuk data lengkapnya dapat dilihat di Lampiran A.

5.4. Analisa Parameter Statistik Curah Hujan

Analisa statistika digunakan untuk menentukan frekuensi yang sesuai dengan data curah hujan yang digunakan dalam penelitian. Analisa statistic terdiri dari perhitungan nilai rata-rata, simpangan baku/standar deviasi (s), koefisien variansi (C_v), koefisien kemencengan (G), dan koefisien kurtosis (C_k).

Dari hasil pengumpulan data yang berkaitan dengan tujuan perencanaan drainase sekitar jalan Maharaja Sriwangsa, data curah hujan tahunan maksimum yang digunakan dari tahun 2003 hingga 2019. Berikut ini adalah hasil analisis curah hujan maksimum rata-rata berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran A.2.

Hasil perhitungan Analisa curah hujan:

- a. Nilai curah hujan rata-rata (\bar{X}) = 90,87 mm (Lampiran A-2)
- b. Standar deviasi (S) = 23,34 mm (Lampiran A-3)
- c. Koefisien variansi (Cv) = 0,257 (Lampiran A-3)
- d. Koefisien asimetri (Cs) = 0,074 (Lampiran A-3)
- e. Koefisien kurtosis (Ck) = 2,53 (Lampiran A-3)

5.5. Distribusi Frekuensi

Dalam Analisa frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Untuk menentukan jenis distribusi frekuensi yang akan digunakan, pertama-tama melakukan seleksi dan bandingkan nilai-nilai yang diperoleh dengan syarat-syarat dan ketentuan yang telah disajikan. Dari syarat-syarat yang dikemukakan diatas, maka jenis distribusi yang sesuai untuk digunakan dalam perhitungan ini adalah distribusi Log-Pearson III.

Berdasarkan hasil analisis pada Lampiran A-3 dan data curah hujan selama 17 tahun, maka dapat diketahui besarnya curah hujan rencana dengan menggunakan uji distribusi Log-Pearson III:

1. Rata-rata logaritma = 1,944 mm
2. Simpangan baku (S) = 0,116 mm
3. Koefisien kemencengan (G) = -0,3

Berdasarkan analisis data curah hujan selama 17 tahun terakhir, dapat diketahui besarnya curah hujan rencana selama 10 tahun kedepan pada jalan Maharaja Sriwangsa adalah 122,462 mm atau 0,122 m.

5.6. Hasil Analisa Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan dalam mengalirkan air dari titik terjauh pada wilayah aliran ke titik kontrol dibagian hilir saluran. Waktu konsentrasi dibagi dalam dua komponen yaitu *Inlet time* (t_o) dan *Conduit time* (t_d). *Inlet time* (t_o) yaitu waktu yang di butuhkan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase, sedangkan *Conduit time* (t_d) yaitu waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir.

Adapun perhitungan waktu konsentrasi pada penelitian ini sesuai dengan saluran yang diteliti di daerah perumahan jalan Maharaja Sri Wangsa Kabupaten Siak dengan panjang saluran 1200 m, dimana wilayah tersebut mempunyai sistem drainase yang langsung mengalirkan air ke sungai terdekat yaitu sungai Pinang Sebatang.

Berikut perhitungan waktu konsentrasi (t_c) di daerah saluran drainase di jalan Maharaja Sriwangsa yang selanjutnya di gunakan untuk menghitung intensitas hujan.

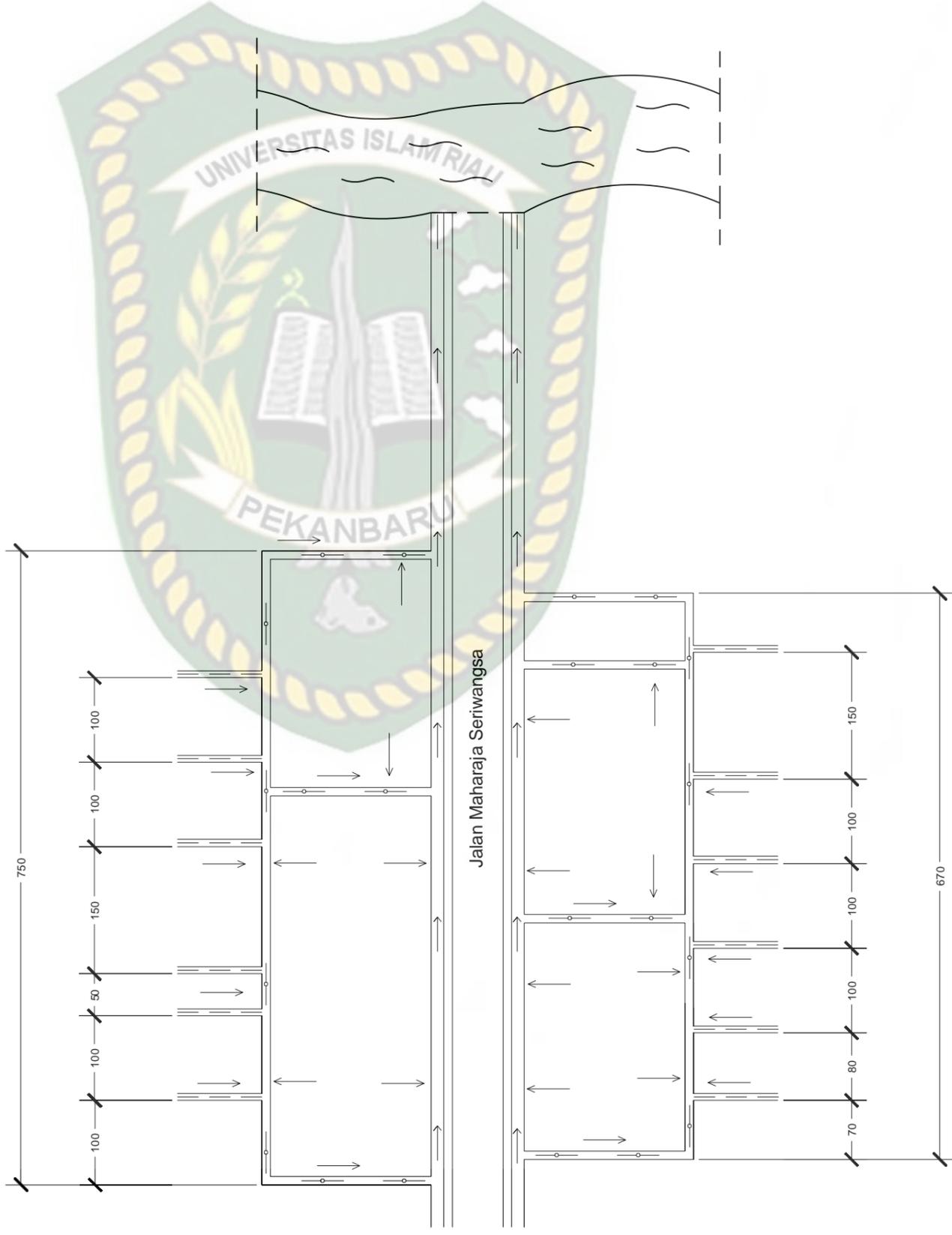
Perhitungan waktu konsentrasi pada wilayah ini dapat didiskripsikan pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6. Potongan Saluran

Berdasarkan hasil analisa pada Lampiran A, waktu konsentrasi (t_c) pada saluran Jalan Maharaja Sriwangsa Kabupaten Siak dapat dihitung dengan menjumlahkan waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir ke saluran (t_o) dan waktu yang dibutuhkan saluran untuk membuang air ke pembuangan berikutnya (t_d).

Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Skala 1 : 100

Gambar 5.7 Jaringan Saluran Drainase

$$\text{Waktu Konsentrasi } (t_c \text{ primer}) = t_o \text{ primer} + t_d \text{ primer}$$

$$= (t_o \text{ Jalan Primer} + t_o \text{ Wilayah}) + t_d$$

$$= (0,082 + 4,545) + 13,33$$

$$= 4,627 + 13,33$$

$$= 17,957 \text{ menit} = 0,2992 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu Konsentrasi } (t_c \text{ sekunder}) = t_o \text{ sekunder} + t_d \text{ sekunder}$$

$$= (t_o \text{ Jalan sekunder} + t_o \text{ Wilayah}) + t_d$$

$$= (0,019 + 4,545) + 5,55$$

$$= 4,564 + 5,55$$

$$= 11,11 \text{ menit} = 0,1851 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu Konsentrasi } (t_c \text{ Tersier}) = t_o \text{ tersier} + t_d \text{ tersier}$$

$$= (t_o \text{ Jalan tersier} + t_o \text{ Wilayah}) + t_d$$

$$= (0,015 + 4,545) + 2,77$$

$$= 4,56 + 2,77$$

$$= 7,33 \text{ menit} = 0,1221 \text{ jam}$$

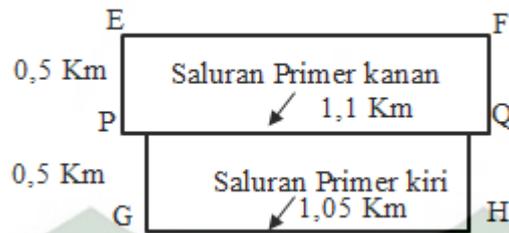
Total Waktu Konsentrasi membuang air ke sungai =

$$(t_c \text{ primer}) + (t_c \text{ sekunder}) + (t_c \text{ Tersier}) =$$

$$0,2992 + 0,1851 + 0,1221 \text{ jam}$$

$$= 0,60 \text{ jam}$$

$$= 36,38 \text{ menit}$$



Arah aliran E/G \rightarrow P \rightarrow Q

Koefisien daerah pengaliran untuk daerah pengaliran $\alpha = 0,7$

Luas daerah pengaliran

$$A_{\text{primerkanan}} = 1 \times 1,2 \text{ km} = 1,1 \text{ km}^2$$

$$A_{\text{primerkiri}} = 1 \times 1,2 \text{ km} = 1,05 \text{ km}^2$$

Koefisien penyebaran

$$\beta = 1$$

Waktu konsentrasi

$$t_c = t_o + t_d$$

- t_o = kecepatan diatas tanah

$$v_o = 1,1 \text{ m/det} \quad (\text{Tabel 3.8})$$

$$EP = 500 \text{ m}$$

$$t_o = EP / v_o$$

$$= 500 \text{ m} / 1,1 \text{ m/det}$$

$$= 454,54 \text{ det}$$

- t_d = kemiringan saluran 2% (Tabel 3.9)

$$v_d = 0,6 \text{ m/det}$$

$$PQ = 500 \text{ m}$$

$$t_d = PQ / v_o$$

$$= 500 \text{ m} / 0,6 \text{ m/det}$$

$$= 833,33 \text{ det}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu konsentrasi } t_c &= t_o + t_d \\
 &= 454,54 + 833,33 \\
 &= 1287,87 \text{ det} \\
 &= 21,46 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perbandingan waktu konsentrasi di atas, menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir pada suatu saluran menunjukkan bahwa untuk saluran s adalah waktu konsentrasi terlama dengan waktu 21,46 menit. Dimana hasil perhitungan kecepatan diatas tanah (t_o) 454,54 det dan kemiringan saluran (t_d) 833,33 det.

5.7. Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan didapatkan untuk menentukan debit banjir rencana, terutama jika menggunakan metode rasional. Data hujan yang digunakan untuk menghitung curah hujan dengan berbagai periode ulang (curah hujan rencana) adalah hujan maksimum tahunan. Hal ini mengakibatkan curah hujan yang diperoleh adalah curah hujan per 24 jam. Perhitungan intensitas hujan menggunakan persamaan 3.19.

Berdasarkan hasil perhitungan waktu konsentrasi (t_c) di daerah saluran drainase primer pada Jalan Maharaja Sriwangsa sebesar 21,46 menit. Dimana hasil perhitungan kecepatan diatas tanah (t_o) 454,54 det dan kemiringan saluran (t_d) 833,33 det.

Memperoleh jumlah curah hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun, diikuti dengan intensitas curah hujan yang terjadi di wilayah Jalan Maharaja Sriwangsa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.19), seperti dibawah ini:

$$I_{primer} = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} = \frac{122,462}{24} \left(\frac{24}{0,2992} \right)^{2/3} = 94,90 \text{ mm/jam}$$

$$I_{sekunder} = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} = \frac{122,462}{24} \left(\frac{24}{0,1851} \right)^{2/3} = 130,71 \text{ mm/jam}$$

$$I_{tersier} = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} = \frac{122,462}{24} \left(\frac{24}{0,1221} \right)^{2/3} = 172,50 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} = \frac{122,462}{24} \left(\frac{24}{1287,87} \right)^{2/3} = 0,35 \text{ mm/jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas intensitas hujan rencana untuk Kawasan saluran drainase primer pada Jalan Maharaja Sriwangsa adalah 94,90 mm/jam ataupun pada saluran sekunder adalah 130,71 mm/jam untuk saluran Tersier adalah 172,50 mm/jam. dan untuk intensitas adalah 0,35 mm/jam..

5.8. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien Pengaliran adalah koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, dan lamanya hujan didaerah pengaliran. Suatu daerah yang karakteristik lahannya berbeda-beda maka penghitungan nilai koefisiennya dihitung dengan koefisien limpasan komposit.

Data-data pendukung perhitungan:

1. Luas (A_1) Jalan Sriwangsa = $3 \times 1200 = 3600 \text{ m}^2$
2. Luas (A_2) Bahu Sriwangsa = $1 \times 1200 = 1200 \text{ m}^2$
3. Luas Daerah Tangkapan Hujan Pemukiman Warga (A_3) = 40000 m^2
4. Luas Daerah Tangkapan Hujan Sekunder (A_4) = 2 m^2
5. Luas Daerah Tangkapan Hujan Tersier (A_5) = 1 m^2

a. Perhitungan luas daerah tangkapan saluran primer :

$$A_{\text{Saluran Primer}} = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_{\text{Saluran Primer}} = 3600 + 1200 + 40000$$

$$A_{\text{Saluran Primer}} = 44800 \text{ m}^2$$

b. Perhitungan luas daerah tangkapan saluran sekunder:

$$A_{\text{Saluran sekunder}} = A_1 + A_2 + A_4$$

$$A_{\text{Saluran ssekunder}} = 3600 + 1200 + 2$$

$$A_{\text{Saluran sekunder}} = 4802 \text{ m}^2$$

c. Perhitungan luas daerah tangkapan saluran sekunder:

$$A_{\text{Saluran Tersier}} = A_1 + A_2 + A_5$$

$$A_{\text{Saluran Tersier}} = 3600 + 1200 + 1$$

$$A_{\text{Saluran Tersier}} = 4802 \text{ m}^2$$

5.9. Analisa Koefisien Pengaliran (C)

Analisa koefisien pengaliran menerapkan ketentuan yang telah dikeluarkan oleh SNI 03-3424-1994. Data koefisien pengaliran (C) berpedoman pada tabel

3.10. Adapun data-data koefisien pendukung ialah sebagai berikut:

1. Permukaan jalan aspal (C1) = 0,95
2. Tanah berbutir halus (C2) = 0,50
3. Tanah berbutir kasar (C3) = 0,20
4. Daerah permukiman padat (C4) = 0,60

a. Perhitungan koefisien pengaliran Saluran Primer :

$$C = \frac{A_1 \cdot C_1 + A_2 \cdot C_3 + A_3 \cdot C_4}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$C = \frac{(0,95 \cdot 3600) + (0,20 \cdot 1200) + (0,60 \cdot 40000)}{3600 + 1200 + 40000}$$

$$C = 0,61$$

b. Perhitungan koefisien pengaliran Saluran Sekunder :

$$C = \frac{A1.C1 + A2.C2 + A4.C4}{A1 + A2 + A4}$$

$$C = \frac{(0,95.3600) + (0,50.1200) + (0,60.2)}{3600 + 1200 + 2}$$

$$C = 0,83$$

c. Perhitungan koefisien pengaliran Saluran Tersier :

$$C = \frac{A1.C1 + A2.C2 + A5.C4}{A1 + A2 + A5}$$

$$C = \frac{(0,95.3600) + (0,50.1200) + (0,60.1)}{3600 + 1200 + 1}$$

$$C = 0,83$$

5.10. Debit Rencana Aliran Eksisting

Ketepatan dalam menentukan jumlah debit air yang harus dialirkan melalui saluran drainase di suatu wilayah tertentu berpengaruh dalam menentukan dimensi saluran. Dimensi saluran yang sangat besar akan memiliki nilai yang tidak ekonomis, jika terlalu kecil akan memiliki tingkat kegagalan yang tinggi untuk menampung dan mengalirkan debit air yang besar.

Perhitungan besaran debit rencana aliran pada kawasan saluran drainase Jalan Maharaja Sriwangsa Kabupaten Siak didasarkan pada nilai intensitas curah hujan, koefisien limpasan, dan luas daerah yang mempengaruhi saluran tersebut.

Untuk mencari debit rencana aliran harus sesuai dengan luas *catchment area* yang ditinjau karena koefisien permukaan pada daerah itu berupa tanah.

Setelah diketahui debit air hujan (Q_h) dan debit air limbah (Q_{limbah}) sehingga debit rencana dapat dihitung dengan cara menjumlahkan debit hujan dan debit limbah. Adapun debit rencana pada saluran drainase Jalan Maharaja Sriwangsa ialah sebagai berikut:

1. Debit saluran Primer

Perhitungan debit saluran menggunakan rumus:

Dimana nilai Q_{hujan} di dapat menggunakan rumus (3.20)

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

$$Q_{hujan} = 0,278 \times 0,69 \times 94,90.10^{-3} \times 44800$$

$$Q_{hujan} = 980,995 / 3600$$

$$Q_{hujan} = 0,2724 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Debit saluran Sekunder

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

$$Q_{hujan} = 0,278 \times 0,83 \times 130,71.10^{-3} \times 4802$$

$$Q_{hujan} = 144,828 / 3600$$

$$Q_{hujan} = 0,0402 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3. Debit saluran Sekunder

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

$$Q_{hujan} = 0,278 \times 0,83 \times 172,50.10^{-3} \times 4802$$

$$Q_{hujan} = 191,132 / 3600$$

$$Q_{hujan} = 0,0531 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} Q_{hujan} &= \alpha \times \beta \times I \times A \\ &= 0,7 \times 1 \times 0,35 \times 1,2 \\ &= 0,294 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat nilai debit total buangan dan hujan untuk saluran primer sebesar $0,2724 \text{ m}^3/\text{detik}$, untuk saluran sekunder sebesar $0,0402 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan untuk untuk saluran tersier sebesar $0,0531 \text{ m}^3/\text{detik}$.

5.11. Hasil Analisa Kapasitas Saluran Eksisting

Adapun bentuk penampang eksisting saluran drainase di Jalan Maharaja Sriwangsa dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Penampang Eksisting Saluran Drainase

Diketahui data rencana sebagai berikut:

1. Lebar saluran Primer = 1,5 m
2. Lebar saluran Sekunder = 1 m
3. Lebar saluran Tersier = 0,8 m
4. Tinggi saluran Primer = 1 m
5. Tinggi saluran Sekunder = 1 m
6. Tinggi saluran Tersier = 0,8 m
7. Kecepatan aliran (V) = 1,5 m/detik (Tabel 3.16)

Luas penampang saluran Primer adalah:

$$A = 1,5 \times 1$$

$$A = 1,5 \text{ m}^2$$

Maka debit saluran eksisting Primer adalah:

$$Q_s = A \times V$$

$$Q_s = 1,5 \times 1,5$$

$$Q_s = 2,25 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = Q_s > Q_r$$

$$Q = 2,25 > 0,2724 \text{ m}^3/\text{detik} \quad \text{(Aman)}$$

Maka debit saluran eksisting Sekunder adalah:

$$\begin{aligned} Q_s &= A \times V \\ Q_s &= 1 \times 1,5 \\ Q_s &= 1,5 \text{ m}^3/\text{detik} \\ Q &= Q_s > Q_r \\ Q &= 1,5 > 0,0402 \text{ m}^3/\text{detik} \quad \text{(Aman)} \end{aligned}$$

Maka debit saluran eksisting Tersier adalah:

$$\begin{aligned} Q_s &= A \times V \\ Q_s &= 0,8 \times 0,8 \\ Q_s &= 0,64 \text{ m}^3/\text{detik} \\ Q &= Q_s > Q_r \\ Q &= 0,64 > 0,0531 \text{ m}^3/\text{detik} \quad \text{(Aman)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= A \times V \\ Q_s &= 1,5 \times 1,5 \\ Q_s &= 2,25 \text{ m}^3/\text{detik} \\ Q &= Q_s > Q_r \\ Q &= 2,25 > 0,294 \text{ m}^3/\text{detik} \quad \text{(Aman)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat bahwa semua saluran yang ada pada sistem drainase ini masih aman dan debit rencana pun masih aman mungkin ada beberapa faktor yang menyebabkan masih terjadinya banjir.

5.12. Hasil Analisa Faktor Pendukung Terjadinya Banjir

Hasil analisa penyebab terjadinya banjir yang peneliti temui ada beberapa yang menjadi faktor utamanya, yaitu:

1. Tinggi Elevasi

Disini bisa dilihat bahwa saluran drainase yang berada di Jalan Maharaja Sriwangsa mengalami banjir dikarenakan elevasi yang berbeda dimana jalan lebih tinggi daripada drainase oleh sebab itu air hujan yang jatuh ke jalan langsung masuk ke saluran drainase yang terus menerus di tambah elevasi drainase yang rendah mengakibatkan semua air baik yang berada di jalan maupun di halaman rumah masuk ke saluran drainase, karena tidak mampu menampung air sebanyak itulah akhirnya pemukiman sekitar mengalami banjir.

2. Perilaku Warga Yang Membuang Sampah

Dari hasil penelitian saluran drainase memiliki kapasitas saluran yang mampu menampung air hujan dan limbah rumah tangga, namun yang menyebabkan terjadinya banjir yaitu saluran yang mengalami penyumbatan, karena sampah yang berada di sekitar daerah tersebut tidak dibersihkan warga sekitar.

3. Sistem Drainase

Disini bisa dilihat bukan kapasitas salurannya yang bermasalah tapi ketika drainase ini dibangun tidak membuat sistem drainase yang seharusnya ada sehingga menjadi penyebab terjadinya banjir. Berikut hal-hal yang ada dalam sistem drainase:

a. Gutters

Gutters adalah untuk mengalirkan air hujan yang jatuh ke permukaan jalan dan membuangnya ke saluran drainase. Dimana pada saluran drainase ini tidak adanya gutters jadi ketika air menggenang di jalan lalu air akan menuju tempat terendah disekitar situ itulah yang menyebabkan terjadinya banjir.

b. Gorong-Gorong

Gorong-gorong adalah bangunan yang di pakai untuk membawa aliran air melewati jalan air lainnya yang digunakan sebagai jembatan ukuran kecil dan digunakan untuk mengalirkan air ke drainase. Namun pada drainase ini tidak adanya gorong-gorong jadi ketika air mengalir mengalami penghambatan.

c. Kolam Penahan Sementara Air Hujan

Kolam penahan sementara air hujan adalah untuk menahan sebagian volume curah hujan dan mengalirkannya kembali ke tempat pembuangan yaitu saluran drainase. Jadi ketika hujan datang air seharusnya ditahan dulu oleh kolam penahan air hujan baru dialihkan ke saluran drainase agar drainase tidak cepat meluap.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Dari hasil yang didapat kapasitas eksisting drainase masih dapat menampung debit hujan, dimana debit saluran eksisting lebih besar daripada debit rencana aliran. Berdasarkan Analisa perhitungan maka diperoleh debit saluran eksisting sebesar $2,25 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada $1,5 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada saluran sekunder dan pada saluran tersier sebesar $0,64$ pada saluran tersier. Maka dapat disimpulkan bahwa saluran eksisting drainase Jalan Maharaja Sri Wangsa Kecamatan Tualang Kabupaten Siak masih aman dengan lebar saluran $1,5 \text{ m}$ dan tinggi 1 m .
2. Adapun faktor yang menyebabkan tergenangnya air pada Jalan Maharaja Sri Wangsa Kecamatan Tualang Kabupaten Siak adalah tidak ada air yang mengalir dari badan jalan ke saluran drainase karena banyaknya sampah dan lumpur yang menyebabkan aliran air di saluran terhambat dari saluran drainase, selain itu perbedaan elevasi pada saluran drainase juga menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian mengenai analisis kapasitas saluran drainase Jalan Maharaja Sri Wangsa Kecamatan Tualang Kabupaten Siak akibat sedimentasi, disarankan beberapa hal untuk menangani permasalahan yang terjadi, antara lain:

1. Melakukan pembersihan saluran drainase, mulai dari unsur masyarakat maupun pihak yang terkait untuk menjaga kebersihan drainase.
2. Perlu adanya kesadaran dari masyarakat untuk tidak membuang sampah pada saluran drainase yang telah dibangun.
3. Perlunya penelitian selanjutnya untuk mengetahui penyebab terjadinya genangan air pada saluran drainase Jalan Maharaja Sri Wangsa ketika musim hujan terjadi dapat meninjau tentang perbedaan elevasi saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- C. D. Soemarto. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990). *Perencanaan Teknis Drainase Pekanbaru*. Pekanbaru: Penerbit Direktorat Penyehatan Lingkungan Pemukiman.
- Fairizi, D. (2015). *Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang*. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 755-765.
- Hadihardjaja, dkk. (1997). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: UII Press Yogyakarta.
- Hasmar, H. (2012). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press Yogyakarta.
- Hidayat. (2010). *Tinjauan Perencanaan Saluran Drainase Jalan Jati kelurahan Tangkerang Utara Kota Pekanbaru-Riau*. Tugas Akhir Program Strata I Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Pekanbaru-Riau.
- Kodoatie, Robert, J. (2015). *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Nofrizal. (2017). *Analisis Kapasitas Drainase Kawasan Perumahan Neverity Simpang Kalumpang Kecamatan Koto Tangah Kota Padang*, 4(1), 58-59.
- Notodihardjo, M. (1998). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: UPT Penerbit Universitas Tarumanegara.
- Suripin, S. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Edisi Kesatu*. Yogyakarta: Andi.
- Setiawan, A., & Permana, S. (2016). *Evaluasi Sistem Drainase Di Kelurahan Praminggir Garut*. *STT-Garut*, 171-183.
- Yulius, E. (2014). *Analisa Curah Hujan Dalam Membuat Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) Pada DAS Bekasi*. *Jurnal Bentang*. 2: 1-8.