

TUGAS AKHIR
ANALISA DRAINASE SERTA PENGARUHNYA TERHADAP
KERUSAKAN PADA ASPAL PADA JALAN BUNGA TERATAI
PADANG BULAN
(Studi Kasus)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

IWAN ALAZHAR CIBRO
2007210190



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

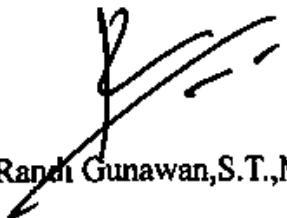
Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Iwan Al Azhar Cibro
NPM : 2007210190
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap Kerusakan
Pada Jalan Aspal Pada Jalan Bunga Teratai, Padang Bulan
(Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transport

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Disetujui Untuk
Disampaikan Kepada
Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



Ranch Gunawan, S.T., M.Si

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

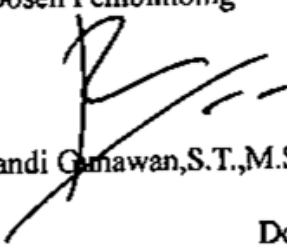
Nama : Iwan Al Azhar Cibro
NPM : 2007210190
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap Kerusakan
Pada Jalan Aspal Pada Jalan Bunga Teratai, Padang Bulan
(Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transport

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sajarna Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2025

Mengetahui dan Menyetujui:

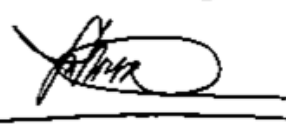
Dosen Pembimbing


Randi Gunawan, S.T., M.Si

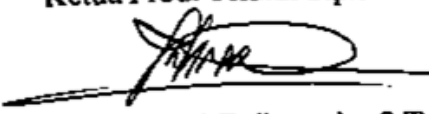
Dosen Pembimbing I


Wiwin Nurzanah, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II


Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Ketua Prodi Teknik Sipil


Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Iwan Al Azhar Cibro
Tempat,Tanggal Lahir : Tunggung Batu,03 Oktober 2001
Npm : 2007210190
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya,bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap Kerusakan Jalan Aspal Pada Jalan Bunga Teratai,Padang Bulan (Studi Kasus)”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial serta segala kemungkinan lain,yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian anantara fakta dengan kenyataan ini,saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi,dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Februari 2025

Saya


Iwan Al Azhar Cibro



ABSTRAK

ANALISA DRAINASE SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL PADA JALAN BUNGA TERATAI, PADANG BULAN (STUDI KASUS)

Iwan Al Azhar Cibro

2007210190

Randy Gunawan, ST., M.Si

Ketidak mampuan aliran pada drainase dalam menampung debit air maksimum yang masuk menjadi salah satu penyebab kerusakan pada perkerasan jalan pada jalan Bunga Teratai, Padang Bulan. Hal ini perlu ditinjau, dikarenakan ketidakmampuan-nya dalam menampung debit banjir dan tidak adanya *street inlet* mengakibatkan genangan air di permukaan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan saluran dalam menerima debit yang masuk, dan mengetahui pengaruh genangan air pada kerusakan perkerasan jalan aspal pada jalan Bunga Teratai. Sehingga dapat diketahui kemampuan drainase dan kerusakan jalan yang terjadi. Metode Rasional merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Metode Rasional merupakan pemodelan hidrologi sederhana yang digunakan untuk mengestimasi debit puncak. Upaya yang dilakukan dalam mengidentifikasi Kesehatan suatu daerah aliran adalah monitoring kejadian banjir melalui informasi debit puncak. Informasi ini dapat diperoleh melalui pembacaan tinggi muka air pada waktu tertentu. Penelitian ini dilakukan di jalan Bunga Teratai, Padang Bulan. Dengan menggunakan distribusi Gumbell kemudian didapat hasil $Q_p < Q_{maks}$ pada saluran, dengan nilai $Q_p = 0,044 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $Q_{maks} = 0,059 \text{ m}^3/\text{det}$. Dari hasil tersebut menunjukkan debit maksimum tidak dapat ditampung oleh drainase. Kerusakan jalan yang terjadi pada jalan Bunga Teratai diperoleh nilai PCI = 28, yaitu "*Poor*".

Kata kunci : Debit air, Drainase, kerusakan jalan.

ABSTRACT

ANALYSIS OF DRAINAGE AND ITS INFLUENCE ON ASPHALT ROAD DAMAGE ON BUNGA TERATAI ROAD, PADANG BULAN (CASE STUDY)

Iwan Al Azhar Cibro

2007210190

Randi Gunawan.ST.,M.Si.

The inability of the flow in the drainage to accommodate the maximum incoming water discharge is one of the causes of damage to the road pavement on Jalan Bunga Teratai, Padang Bulan. This needs to be reviewed, due to its inability to accommodate flood discharge and the absence of a street inlet resulting in water pooling on the road surface. The aim of this research is to determine the channel's ability to accept incoming discharge, and to determine the effect of standing water on damage to asphalt pavement on Jalan Bunga Teratai. So you can know the drainage capacity and road damage that occurs. The Rational Method is the method used in this research. The Rational Method is a simple hydrological modeling used to estimate peak discharge. Efforts made to identify the health of a watershed are monitoring flood events through peak discharge information. This information can be obtained through reading the water level at a certain time. This research was conducted on Jalan Bunga Taratai, Padang Bulan. By using the Gumbell distribution, the results obtained are $Q_p < Q_{max}$ in the channel, with values $Q_p = 0.044 \text{ m}^3/\text{sec}$ and $Q_{max} = 0.059 \text{ m}^3/\text{sec}$. These results show that the maximum discharge cannot be accommodated by drainage. Road damage that occurred on Jalan Bunga Teratai obtained a $PCI = 28$, namely "Poor".

Keywords : Water discharge, drainage, road damage.

KATA PENGHANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi wabarakatuh.

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap Kerusakan Jalan Aspal Pada Jalan Bunga Teratai ,Padang Bulan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini banyak pihak secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan,bimbingan dan bantuan.Sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Randy Gunawan ST., M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Wiwin Nurzanah ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D, IPM. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansyury Siregar, S.T., M.T. selaku Dosen Fakultas Teknik,Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik,Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik sipil kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Nazaruddin Cibro dan Ibunda tersayang Lusiana Sirait yang telah bersusah payah memberikan dukungan dan semangat kepada saya dalam menyusun Tugas Akhir ini hingga selesai.
9. Rekan seperjuangan Kelas A1 Pagi Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2020. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan mamfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga teman-teman Mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 11 Februari 2025

Saya Yang Menyatakan,



Iwan Al Azhar Cibro

DAFTAR ISI

ANALISA DRAINASE SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KERUSAKAN PADA ASPAL PADA JALAN BUNGA TERATAI PADANG BULAN	1
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGHANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat penelitian	2
1.6 Sistem Pembahasan.....	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Hidrologi	4
2.2. Analisa Data Hidrologi	4
2.2.1. Analisa Hidrologi.....	4
2.3. Analisa Frekuensi Curah Hujan Maksimum.....	6
2.4. Analisis Intensitas Curah Hujan.....	6
2.5. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum.....	7
2.6. Analisis Hidrolika	9
2.6.1. Saluran Tertutup.....	10
2.6.2. Penampang Persegi Paling Ekonomis.....	11
2.7. Drainase	13

2.7.1. Jenis - jenis drainase	14
2.7.2. Fungsi Drainase	15
2.7.3. Pola Jaringan Drainase.....	16
2.8. Jalan	19
2.8.1. Klasifikasi Jalan	20
2.9. Pengaruh Genangan Air Terhadap Aspal	24
2.9.1. Kondisi Kerusakan Jalan.....	25
2.9.2. Kondisi Genangan Air	25
2.9.3. Daya Rusak Genangan Terhadap Kerusakan Jalan.....	25
2.9.4. Jenis - Jenis Kerusakan	26
2.9.5. Alternatif pengaruh perbaikan jalan yang rusak akibat genangan air.....	32
2.9.6. Penilaian Kondisi Perkerasan	33
2.9.7. Menghitung Nilai Pavement Index (PCI)	33
BAB 3	37
METODE PENELITIAN.....	37
3.1. Bagan Alir Penelitian	37
3.2. Lokasi Penelitian.....	38
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	39
3.4. Pengambilan Data	39
3.5. Menganalisa Data.....	39
3.6. Prosedur Penelitian	40
BAB 4	41
ANALISA DATA.....	41
4.1. Analisa Data.....	41
4.2. Analisis Hidrologi.....	42
4.3. Pemilihan Jenis Sebaran	54
4.4. Analisis Hidrolika	55
4.5. Pengaruh Air Terhadap Kondisi Aspal.....	67
4.6. Menentukan Jumlah Maksimum Unit Sampel.....	72
4.7. Pengukuran setiap jenis kerusakan	72
4.8. Menghitung Nilai Kerapatan (<i>Density</i>).....	74
4.9. Menghitung Nilai Pengurang (<i>Deduct Value</i>).....	76
4.10. Menghitung total deduct value untuk mendapatkan corrected deduct value	78
4.11. Menghitung Pavement Condition Index (PCI)	79

4.12. Menentukan Kondisi Perkerasan	79
4.13. Penanganan Kerusakan	81
BAB 5	82
KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1. Kesimpulan	82
5.2. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN.....	85
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Parameter statistic yang penting (suripin, 2004).....	8
Tabel 2 1: Nilai variable reduksi gauss (Suripin, 2004).....	9
Tabel 2.2 : Harga n Harga n untuk Rumus Manning	12
Tabel 4.1: Data Curah Hujan Maksimum (Badan Klimatologi dan Geofisika)....	42
Tabel 4.2: Distribusi Normal.....	42
Tabel 4.3: Standard Variable (Kt) untuk Metode Sebaran Log Normal.....	43
Tabel 4.4: Analisa Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi Normal	45
Tabel 4.5: Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal	45
Tabel 4.6: Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Normal	48
Tabel 4.7: Distrubusi Log Person - III	48
Tabel 4.8: Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Person III.....	50
Tabel 4.9: Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Gumbel.....	50
Tabel 4.10: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel	53
Tabel 4.11: Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum	53
Tabel 4.12: Parameter pemilihan distribusi curah hujan.....	54
Tabel 4.13: Data Hidrolika Penampang Saluran 1 Drainase.....	55
Tabel 4.14: Data Hidrolika Penampang Saluran 2 Drainase.....	56
Tabel 4.15: Data Hidrolika Penampang Saluran 3 Drainase.....	57
Tabel 4.16: Kondisi Eksisting Saluran 1 Drainase.....	61
Tabel 4.17: Kondisi eksisting saluran 2 drainase	63
Tabel 4.18: Kondisi Eksisting Saluran 3 Drainase.....	66
Tabel 4.19: Hasil Evaluasi Debit Saluran	66
Tabel 4.20: Data Genangan Air Ruas pada Jalan Bunga Teratai.....	70
Tabel 4.21: Data ukuran unit sampel.....	72
Tabel 4.22: Pengukuran Lokasi Kerusakan.....	73
Tabel 4.23: Tabel Formulir Survey	73
Tabel 4.24: Persentase perbandingan kerusakan.....	73
Tabel 4.25: Pengolahan data nilai density unit 1.....	74
Tabel 4.26: Pengolahan data nilai density unit 2.....	75
Tabel 4.27: Pengolahan data nilai density unit 3.....	75
Tabel 4.28: Nilai Deduct Value untuk setiap unir sampel.....	77

Tabel 4.29: Total Deduct Value	78
Tabel 4.30: CDV Setiap Unit Sampel	79
Tabel 4.31: Penanganan Kerusakan Jalan.	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1: Pola jaringan drainase siku (Rozaqi Ahmad,2018).....	16
Gambar 2. 2: Pola Jaringan Drainase Pararel (Rozaqi Ahmad,2018).....	17
Gambar 2.3 : Pola Jaringan Drainase Grid Iron (Rozaqi Ahmad,2018)	17
Gambar 2. 4 : Pola Jaringan Drainase Alamiah (Rozaqi Alamiah,2018).....	18
Gambar 2. 5 :Pola Jaringan Drainase Radial (Rozaqi Ahmad,2018).....	18
Gambar 2. 6 : Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring (Rozaqi Ahmad,2018)	19
Gambar 2. 7: Grafik Deduct Value untuk raveling	34
Gambar 2. 8 : Grafik Deduct Value untuk Patching.....	35
Gambar 2. 9: Grafik Deduct Value Edge Crack.....	35
Gambar 2. 10: Grafik hubungan antara TDV dengan CDV	36
Gambar 2. 11: Diagram Nilai PCI.....	37
Gambar 3. 1: Bagan Alir Penelitian	38
Gambar 3. 2: Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 3. 3 : Saluran Bentuk Trapesium	40
Gambar 4. 1: Rekapitulasi Analisia Curah Hujan Rencana Maksimum	54
Gambar 4. 2 : Genangan air di Jalan Bunga Teratai.....	67
Gambar 4. 3 : Genangan air di Jalan Bunga Teratai.....	67
Gambar 4. 4 :Kerusakan Jenis Butiran Lepas	68
Gambar 4. 5 : Kerusakan Jenis Butiran Lepas	68
Gambar 4. 6 : Kerusakan Jenis Lubang	69
Gambar 4. 7 : Kerusakan Jenis Retak Pinggir (Edge Cracks)	69
Gambar 4. 8 : Kerusakan Jenis Retak Pinggir	69
Gambar 4. 9 : Lokasi penelitian di jalan bunga Teratai	71
Gambar 4. 10 : Grafik Perhitungan Perlepasan Butir	76
Gambar 4. 11: Grafik Perhitungan Perlepasan Lubang.....	76
Gambar 4. 12 : Grafik Perhitungan Perlepasan Tambalan	77
Gambar 4. 13 : Grafik Perhitungan Retak Kulit Buaya	77
Gambar 4. 14 : Grafik hubungan antara CDV dengan TDV.....	78
Gambar 4. 15 : Standart Rating PCI	80
Gambar 4. 16 : Saluran street inlet buatan yang tersumbat	80

Gambar Lampiran 1 : Survey Data Primer	85
Gambar Lampiran 2 : Survey Data Primer	85
Gambar Lampiran 3 :Survey Data Primer	86
Gambar Lampiran 4 :Survey Data Primer	86
Gambar Lampiran 5 : Survey Data Primer	86
Gambar Lampiran 6 : Survey Data Primer	87
Gambar Lampiran 7 : Survey Data Primer	87
Gambar Lampiran 8 : Survey Data Primer	87
Gambar Lampiran 9 : Survey Data Primer	88

DAFTAR NOTASI

X_t = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi di periode ulang T tahun

X = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_t = Faktor Frekuensi (mm)

Y_t = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun

Y = Nilai rata-rata hitungan variat

S = Deviasi standar nilai variat

X = Harga rata-rata sampel

L = Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)

L_s = Panjang lintasan aliran didalam saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran

n = Angka kekasaran manning

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

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

C = Koefisien limpasan air hujan

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Km²)

Q = Debit maksimum (m³/det)

T_c = Waktu konsentrasi

T_d = Waktu air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

Q_p = Debit banjir rencana (m³/det)

B = Lebar bawah (m)

h = Kedalaman air (m)

F = Freeboard (m)

b = Lebar atas (m)

H = Dalam saluran total (m)

Q_s = Debit saluran (m^3/det)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Drainase adalah salah satu aspek yang sangat penting dalam menunjang infrastruktur suatu daerah maupun Kawasan. Sistem drainase yang buruk suatu kawasan dapat menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat. (Taufik et al., 2020).

Banjir sering terjadi di daerah - daerah tertentu di perkotaan, seperti Kawasan pemukiman Jalan Bunga teratai, Padang Bulan. Genangan ini tidak hanya di alami oleh tempat - tempat yang berada di dataran tinggi. Banjir atau genangan di suatu tempat terjadi jika sistem yang berfungsi menampung genangan tidak mampu lagi menampung debit air yang masuk maka akan terjadi luapan air yang menyebabkan banjir, luapan ini jika terjadi terus menerus akan menyebabkan kerusakan aspal pada jalan. (Dwiati et al., 2010).

Secara umum, sistem drainase didefinisikan untuk usaha mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu daerah atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase perkotaan merupakan drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat dengan kondisi social budaya yang ada di kawasan kota tersebut. (Yamali et al., 2019).

Dampak dari kerusakan jalan akibat banjir dari drainase pada masyarakat adalah mengurangi produktivitas dan efisiensi pada transportasi yang dapat menyebabkan kemacetan dan waktu yang lebih lama untuk sampai ke tujuan, menyebabkan kendaraan rusak dan meningkatnya bahaya kecelakaan. Kerusakan jalan akibat banjir dari drainase juga berdampak pada Kesehatan Masyarakat, seperti meningkatnya polusi udara dan suara serta ketidaknyaman bagi pengguna jalan. (Tarigan et al., 2016)

Untuk mengatasi masalah genangan diperlukan jaringan drainase yang memadai yang di rencanakan secara rinci dan menyeluruh, sinkron menggunakan konsep perlindungan air. Konsep dalam pengembangan konservasi air meliputi Pembangunan sumur serapan, Pembangunan kolam retensi dan rehabilitas kanal. (Warmadewa, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas di tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana analisa hidrologi di Jalan Bunga Teratai?
2. Bagaimana analisa hidrolika di Jalan Bunga Teratai?
3. Bagaimana pengaruh tergenangnya Jalan Bunga Teratai?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui analisa hidrologi di Jalan Bunga Teratai
2. Untuk mengetahui analisa hidrolika di Jalan Bunga Teratai
3. Untuk mengetahui pengaruh tergenangnya di Jalan Bunga Teratai

1.4 Batasan Masalah

1. Untuk mendapatkan hasil analisa hidrologi di Jalan Bunga Teratai
2. Untuk mendapatkan hasil analisa hidrolika di Jalan Bunga Teratai
3. Untuk mendapatkan hasil tergenangnya drainase di Jalan Bunga Teratai

1.5 Manfaat penelitian

Sesuai dengan tujuan yang akan dicapai, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada khalayak umum dan terkhususnya untuk masyarakat yang terkena dampak tergenangnya drainase di Jalan Bunga Teratai.
2. Menberikan pemahaman ilmu bagi para pembaca.
3. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan peneliti tentang drainase di Jalan Bunga Teratai.
4. Dapat menjadi refrensi untuk penelitian lainnya yang berkaitan dengan drainase.

1.6 Sistem Pembahasan

Dalam pembuatan tugas akhir ini adanya sistematika pembahasan, yang dimaksudkan agar tugas akhir ini tetap rapi dan terarah. Didalamnya terdapat 5 Bab yang berisi beberapa pembahasan. Isi Bab tersebut adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini diuraikan mengenai tinjauan secara umum, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja penelitian ini dan mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dalam menganalisa masalah.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini merupakan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian ini dan mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dianalisa.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data data hasil penelitian yang telah diperoleh dan dibuatkan pembahasan yang berhubungan dengan kondisi wilayah di kawasan area drainase.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai hasil akhir penulisan tugas akhir berupa kesimpulan dan saran yang diperlukan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Hidrologi

Hidrologi pada dasarnya adalah suatu ilmu yang bersifat menafsirkan. Melakukan percobaan dibatasi oleh ukuran kejadian di alam, yang diteliti secara sederhana dengan akibat yang bersifat khusus. Persyaratan mendasarnya berupa data yang diamati dan diukur mengenai semua segi pencurahan, pelimpasan, penelusuran, pengaliran sungai, penguapan, dan seterusnya. (EM.Wilson, 2010).

2.2.Analisa Data Hidrologi

2.2.1. Analisa Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan fakta atau informasi tentang fenomena hidrologi. Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting untuk melakukan inventarisasi potensi sumber air, pemamfaatan dan pengelolaan sumber air yang tepat secara rehabilitasi sumber daya alam seperti air, tanah dan hutan yang rusak. Fenomena hidrologi seperti besarnya adalah suhu, curah hujan, lama penyinaran matahari, penguapan, debit drainase, kecepatan angin, tinggi muka air drainase, kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen drainase akan selalu berubah terhadap waktu. Dengan demikian, suatu nilai dari suatu data hidrologi hanya akan muncul kembali pada waktu yang berbeda dan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran nilai tersebut dilakukan.

Secara umum, analisis hidrologi merupakan analisis awal dalam desain struktur hidrolik. pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa besaran dan informasi yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan untuk penelitian selanjutnya. Bangunan hidrolik dalam Teknik Sipil adalah bendungan, bangunan tumpahan, gorong - gorong, tanggul banjir, dan sebagainya.

Analisis hidrologi biasanya digunakan untuk mengetahui besarnya debit banjir pada suatu perencanaan struktur air. Analisis hidrologi juga diperlukan untuk mengetahui karakteristik hidrologis daerah pengaliran. Data untuk penentuan

tugas debit banjir pada tugas akhir ini adalah curah hujan, dimana curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang di rencanakan.

Curah hujan merupakan faktor hidrologi yang mempengaruhi curah hujan (daerah hulu). Curah hujan di semua wilayah merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan besarnya debit banjir di daerah penerimanya.

Adapun analisis frekuensi distribusi curah hujan,seperti berikut :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi *Log Normal*
3. Distribusi *Log Person Type -III*
4. Distribusi *Gumbel*

Beberapa hal yang ditinjau di dalam analisis hidrologi ini adalah:

1. Analisis Bentuk Saluran Drainase
Analisis ini berupa pengukuran pada eksisting saluran drainase dan pengukuran saluran drainase.
2. Penentuan Periode Ulang
Penentuan periode ulang ini digunakan dalam penelitian ini berdasarkan hasil yang akan diperoleh dari data curah hujan yang diterima dari BMKG.
3. Intensitas Hujan
Menghitung besarnya nilai intensitas hujan yang terjadi pada saluran drainase Jalan Bunga Teratai, Padang bulan.
4. Debit Banjir Rencana
Menghitung banjir debit rencana menggunakan beberapa metode, diantaranya hubungan empiris antara curah hujan dengan limpasan. Metode Rasional adalah metode yang paling banyak dikembangkan.
5. Luas Daerah Aliran
Menganalisa daerah aliran drainase, untuk menentukan luas daerah yang termasuk ke dalam daerah aliran apabila terjadi aliran disekitar saluran.
6. Frekuensi Banjir Rencana
Frekuensi banjir rencana diterapkan untuk mempertimbangkan kemungkinan kemungkinan kerusakan yang terjadi terhadap bangunan di sekitar jalan akibat

banjir, dengan asumsi “tingkat kerusakan sedang” masih dianggap wajar, maka frekuensi banjir rencana untuk selokan samping dipilih 10 tahun.

7. Waktu Konsentrasi (T_c)

Menghitung waktu yang diperlukan oleh air titik hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah pada daerah tangkapan air ke saluran terdekat.

8. Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan adalah koefisien yang besarnya tergantung pada tanah, jenis tanah, kemiringan medan, lamanya hujan di daerah pengaliran.

2.3. Analisa Frekuensi Curah Hujan Maksimum

Menurut Asdak dalam (Yusman, 2018) Curah hujan adalah salah satu elemen yang paling penting bagi ketersediaan air di dunia yang dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya iklim, angin, sinar matahari dan lain sebagainya. Asdak menjelaskan bahwa curah hujan terjadi apabila berlangsung tiga kegiatan yaitu kenaikan masa uap air ke tempat yang lebih tinggi sampai saatnya atmosfer menjadi penuh, terjadi kondensasi atas partikel - partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut sebagai hujan karena gaya gravitasi.

2.4. Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitas (Suripin, 2004).

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

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.1)$$

Ket:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan m

2.5. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sedangkan, kala ulang (return period) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebutkan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut (Suripin, 2004). Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh daripos penakaran hujan, baik secara manual maupun otomatis.

Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistic data kajian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistic kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistic kejadian hujan di masa lalu.

Berdasarkan pengalaman yang ada, penggunaan periode ulang digunakan untuk perencanaan adalah

Saluran kwarter : Periode ulang 1 tahun

Saluran tersier : Periode ulang 2 tahun

Saluran sekunder : Periode ulang 5 tahun

Saluran primer : Periode ulang 10 tahun

Dalam analisa curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana, data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan maksimum tahunan. Hujan rata - rata yang diperoleh dengan carah ini dianggap similar (mendekati) hujan - hujan tersebut yang terjadi.

Untuk perhitungan curah hujan rencana, digunakan Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-pearson III dan Distribusi Gumbal. Setelah yang digunakan nantinya pada debit rencana.

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kemencengan).

Tabel 2.1: Parameter statistic yang penting (suripin, 2004)

Parameter / Statistik	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$
Simpangan baku	$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$	$\sigma = \{E[(x - \mu)^2]\}^{\frac{1}{2}}$
Koefisien variasi	$CV = \frac{s}{\bar{x}}$	$CV = \frac{\sigma}{\mu}$
Koefisien skewness	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$	$\gamma = \frac{E[(x - \mu)^3]}{\sigma^3}$
Kurtosis (Ck)	$K = \alpha_4 = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{s^4}$	$K = \alpha_4 = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^4}{\sigma^4}$

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Umumnya rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat table untuk keperluan perhitungan, dan juga dapat didekati dengan:

$$K_T = \frac{X_T - x}{s} \quad (2.2)$$

$$X_T = x + (K_T \times S) \quad (2.3)$$

Dimana:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T tahun

x = nilai rata-rata hitung varial

S = deviasi standar nilai varian

K_T = factor frekuensi (K_T), umumnya sudah teredia dalam table untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam table berikut, bias disebut sebagai table nilai variable reduksi Gau

Tabel 2 1: Nilai variable reduksi gauss (Suripin, 2004)

No.	Periode ulang T (tahun)	Peluang	K_T	No.	Periode ulang, T (Tahun)	Peluang	K_T
1.	1,001	0,999	-3,05	11.	2,500	0,400	0,25
2.	1,005	0,995	-2,58	12.	3,330	0,300	0,52
3.	1,010	0,990	-2,33	13.	4,000	0,250	0,67
4.	1,050	0,950	-1,64	14.	5,000	0,200	0,84
5.	1,110	0,900	-1,28	15.	10,000	0,100	1,28
6.	1,250	0,800	-0,84	16.	20,000	0,050	1,64
7.	1,330	0,750	-0,67	17.	50,000	0,020	2,05
8.	1,430	0,700	-0,52	18.	100,000	0,010	2,33
9.	1,670	0,600	-0,25	19.	200,000	0,005	2,58
10.	2,000	0,500	0	20.	500,000	0,002	2,88

2.6. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika yang dimaksudkan adalah analisis untuk mrngavaluasi kapasitas sistem drainase berdasarkan debit rencana. Bentuk saluran drainase dapat berupa saluran terbuka, persegi, trapesium, persegi panjang, setengah lingkaran, dan komposit.

Analisis hidrolika penampang saluran drainase di Jalan Bunga Teratai, Padang bulan dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q tamping saluran $> Q$ rancangan debit banjir maka saluran tidak akan mampu menampung debit banjir.

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan permukaan bebas yang terbuka terhadap tekanan atmosfer. Analisis hidrolika saluran terbuka dilakukan berdasarkan pada persamaan manning, sebagai berikut:

$$Q_{max} = A \times V \quad (2.4)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (2.5)$$

Dimana :

Q = debit banjir rencana (m³/dt)

V = kecepataan aliran (m/dt)

A = luas penampang basah (m²)

r = radius hidrolis (m) = A/P

P = keliling basah (m)

N = koefisien manning, Dimana nilainya tergantung material saluran

I = kemiringan dasar saluran

Analisis hidrolika ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana. Salah satu penyebab banjir adalah karena ketidakmampuan penampang dalam menampung debit banjir yang terjadi. Analisis hidrolika ini terjadi dari analisis penampang eksisting drainase dan perencanaan penampang rencana.

Beberapa hal yang akan ditinjau didalam analisis hidrolika ini adalah:

1. Penentuan daerah perencanaan

Dilakukannya peninjauan daerah serta luas daerah yang akan ditinjau untuk penelitian. Dalam hal ini drainase yang akan ditinjau 100 meter daerah saluran pada wilayah Jalan Bunga Teratai Padang Bulan.

2. Analisis Penampang Eksisting

Dalam analisis ini dilakukan peninjauan langsung pada drainase, untuk mengetahui ukuran penampang pada saluran drainase yang ditinjau untuk penelitian, dan menghitung hasil analisis untuk mendapatkan nilai luas penampang, kekeliling, jari - jari hidrolisis dan ssebagainya.

3. Pertimbangkan perlu Tidaknya Perbaikan Penampang

Setelah mengetahui kemampuan drainase dalam menampung debit banjir rencana, maka dapat disimpulkan apakah drainase tersebut membutuhkan perbaikan ulang atau tidak.

2.6.1. Saluran Tertutup

Aliran pada saluran terbuka digerakkan oleh gaya penggerak yang akan dilakukan dengan menuruni lereng dengan menggunakan jumlah berat aliran, sedangkan pada saluran tertutup gaya penggerak tersebut dilakukan oleh gradien tekanan. Pada saluran terbuka tidak berlaku ketentuan - ketentuan mengenai aliran bagi saluran tertutup. Pendekatan yang dilakukan di Indonesia dalam merancang drainase perkotaan masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan saluran terbuka. Bila menggunakan saluran yang ditanam dalam tanah biasanya berbentuk persegi dan bulat, maka dapat diasumsikan saluran tersebut tidak terisi penuh (tidak tertekan), sehingga masih dapat dipergunakan persamaan saluran terbuka. Saluran terbuka biasanya digunakan pada:

- Daerah yang lahannya terbatas (perkotaan, pasar)
- Daerah lalu lintas pejalan kaki padat
- Lahan yang dipakai untuk lapangan parkir

2.6.2. Penampang Persegi Paling Ekonomis

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h , penampang basah $A = B \times h$ dan keliling basah P . Jadi penampang yang paling ekonomis adalah kedalaman setengah dari lebar dasar saluran atau jari - jari hidroliknya setengah dari kedalaman air. Untuk penampang persegi Panjang paling ekonomis:

Luas penampang (A)

$$A = b \times h \quad (2.6)$$

Keterangan: A = Luas penampang basah (m^2)

b = Lebar bawah (m^2)

h = Kedalaman saluran (m)

Keliling basah (P)

$$P = b + 2h \quad (2.7)$$

Keterangan: b = Lebar bawah (m^2)

h = Kedalaman saluran (m)

P = Keliling saluran (m)

Jari-jari hidrolis R

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b+2h} \quad (2.8)$$

Keterangan: R = Jari - jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling saluran (m)

Kecepatan aliran (V)

$$(V) = \frac{1}{n} = R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2.9)$$

Keterangan: V = Kecepatan aliran (m/det)

n = Koefisien manning

R = Jari - jari hidrolis (m)

i = Kemiringan dasar saluran

Tinggi jagaan (Freeboard)

$$W = \sqrt{0,5 h} \quad (2.10)$$

Keterangan: w = Tinggi jagaan (m)

h = Kedalaman air yang tergenang (m)

Debit Saluran

$$(Q) = A \times V \quad (2.11)$$

Keterangan: Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan aliran (m/s)

Tabel 2.2 : Harga n (Angka Kekasaran Manning) Harga n untuk Rumus Manning

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1.	Saluran tanah, lurus teratur	0.017	0.020	0.023	0.025
2.	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0.023	0.028	0.030	0.040
3.	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0.023	0.030	0.033	0.035
4.	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, teratur	0.035	0.040	0.045	0.045
5.	Seluruh bantuan yang	0.025	0.030	0.035	0.040

	dibedakan ada tumbuh tumbuhan				
6.	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0.028	0.030	0.033	0.035
7.	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0.020	0.025	0.028	0.030
8.	Banyak tumbuh – tumbuhan	0.075	0.100	0.125	0.150
9.	Bersih lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0.025	0.028	0.030	0.033
10.	Melengkung, bersih, berlubang dan ber dinding pasir	0.033	0.035	0.040	0.045
11.	Seperti no 9 tapi ada tumbuhan atau kerikil	0.030	0.033	0.035	0.040
12.	Seperti no 10, dangkal tidak teratur	0.040	0.045	0.050	0.055
13.	Seperti no 10 berbatu dan ada tumbuh – tumbuhan	0.035	0.040	0.045	0.050
14.	Seperti no 12, Sebagian berbatu	0.045	0.050	0.055	0.060
15.	Aliran pelan banyak tumbuhan dan berlubang	0.050	0.060	0.070	0.080
16.	Saluran pasangan batu tanpa finishing	0.025	0.030	0.033	0.035
17.	Seperti no 16, tetapi dengan finishing	0.017	0.020	0.025	0.030
18.	Saluran beton	0.014	0.016	0.019	0.021
19.	Saluran beton, halus dan rata	0.010	0.011	0.012	0.013
20.	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
21.	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.018

2.7.Drainase

Drainase merupakan serangkaian sistem bangunan air yang ditujukan untuk menangani masalah air yang berlebihan yang tidak diperlukan baik yang mengalir di permukaan tanah dan yang berada di bawah permukaan tanah (Saidah, 2021).

Sedangkan menurut (Lukman, 2018), Drainase adalah fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem untuk memenuhi kebutuhan Masyarakat dan komponen penting dalam perancaan perkotaan kota, khususnya seperti perancangan infrastruktur. Dan drainase merupakan suatu sistem pembuangan air lebih (*excess water*) dan air limbah (*waste water*) yang berupa buangan air dari daerah

perumahan dan pemukiman, dari daerah industry dan kegiatan usaha lainnya, dari daerah pertanian dan lahan terbuka lainnya, serta penyaluran berlebihan air pada umumnya baik air hujan, maupun air kotor lainnya yang mengalir keluar dari kawasan yang bersangkutan (Beser et al., 2018).

Secara umum, drainase adalah serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu lahan, sehingga dapat berfungsi secara optimal. Diurut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyer drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving water*). Di sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong - gorong, jembatan, talang dan saluran miring. (Kartika et al., 2018).

Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitanya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota. (Salsabila, 2021).

Sedangkan menurut (Lukman, 2018), drainase perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan atau aliran dari wilayah perkotaan yang meliputi: pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, kampus dan sekolah, rumah sakit dan fasilitas umum, lapangan olahraga, lapangan parkir, instalasi militer, listrik dan telekomunikasi serta pelabuhan dan udara.

2.7.1. Jenis - jenis drainase

Menurut Hadi hardjaja dalam jurnal (Fairizi, 2015), drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Menurut Sejarah terbentuknya

a. Drainase Alamiah (*natural drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan - bangunan penunjang, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Daerah - daerah dengan drainase alamiah yang relative akan membentuk perlindungan lebih sedikit daripada daerah - daerah yang tertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak - anak Sungai yang luas.

b. Drainase Buatan

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan - bangunan khusus seperti selokan pasangan batu, gorong - gorong, dan pipa - pipa.

2. Drainase menurut konstruksinya

a. Saluran Terbuka

Saluran terbuka lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non hujan yang tidak membahayakan kesehatan dan mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

Saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan ataupun lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

3. Drainase menurut sistem buangnya

a. Sistem Terpisah (*separate sistem*)

Dimana air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing - masing secara terpisah

b. Sistem Tercampur (*combined sistem*)

Dimana air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama.

c. Kombinasi (*pseudo separate sistem*)

Merupakan perpaduan antara saluran air buangan dan saluran air hujan. Dimana pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan, sedangkan air hujan berfungsi sebagai pengenceran pengelontor. kedua saluran ini tidak bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpindahan interceptor.

2.7.2. Fungsi Drainase

Menurut maduto dalam jurnal (Fairizi, 2015), drainase memiliki banyak fungsi, diantaranya :

- a. Mengeringkan daerah becek dan genangan air
- b. Mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan
- c. Mengendalikan erosi,kerusakan jalan,dan kerusakan infrastruktur
- d. Mengelola kualitas air

Drainase dalam kota menurut Hadihardjaja dalam jurnal (Sinaga & Harahap, 2016) mempunyai fungsi sebagai berikut:

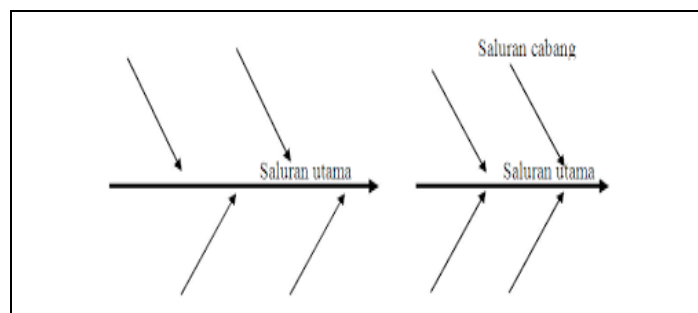
- a. Untuk mengalirkan genangan air atau banjir air hujan dengan cepat dari permukaan jalan.
- b. Untuk mencegah aliran air yang berasal dari daerah lain atau daerah di sekitar jalan yang masuk ke daerah perkerasan jalan.
- c. Untuk mencegah kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan oleh genangan air dan jalan.

2.7.3. Pola Jaringan Drainase

Beberapa pola jaringan drainase menurut, Rozaqi Ahmad (2018)

1. Jaringan drainase siku

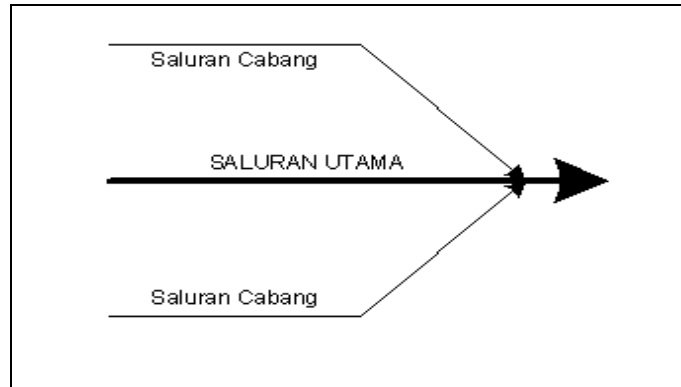
Jaringan yang dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Sungai sekitarnya. Sungai tersebut nantinya akan dijadikan sebagai pembuangan utama atau pembuangan akhir.



Gambar 2. 1: Pola jaringan drainase siku (Rozaqi Ahmad,2018)

2. Jaringan Drainase Pararel

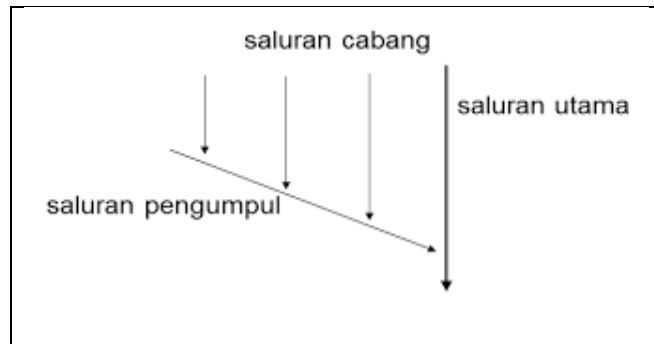
Jaringan drainase ini memiliki saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Biasanya memiliki jumlah cabang yang cukup untuk banyak dan pendek - pendek. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran akan menyesuaikan.



Gambar 2. 2: Pola Jaringan Drainase Pararel (Rozaqi Ahmad,2018)

3. Drainase Grid Iron

Jaringan ini diperuntukkan untuk daerah kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama.

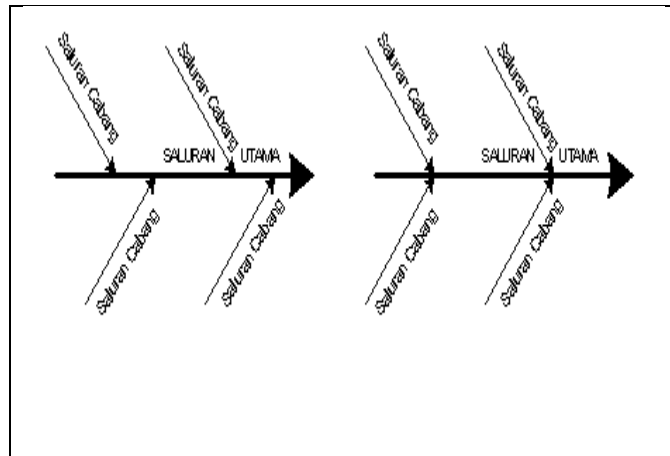


Gambar 2.3 : Pola Jaringan Drainase Grid Iron (Rozaqi Ahmad,2018)

4. Jaringan Drainase Alamiah

Pola Alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola ,Dimana Sungai sebagai saluran utama berada di tenag kota namun jaringan

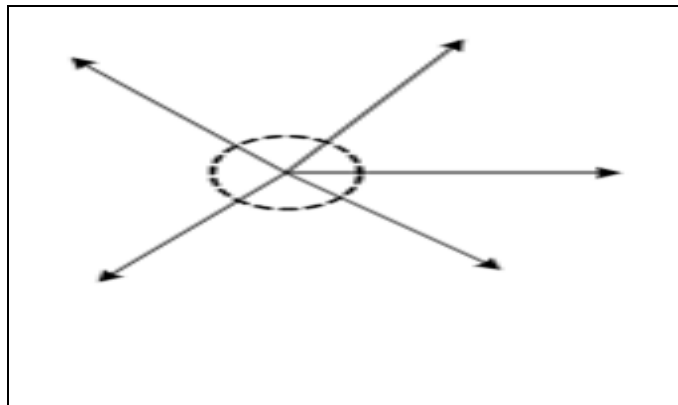
saluran cabang tidak selalu berbentuk siku terhadap saluran utama (Sungai). hanya saja pada pola alamiah ini beban Sungainya lebih besar.



Gambar 2. 4 : Pola Jaringan Drainase Alamiah (Rozaqi Alamiah,2018)

5. Jaringan Drainase Radial

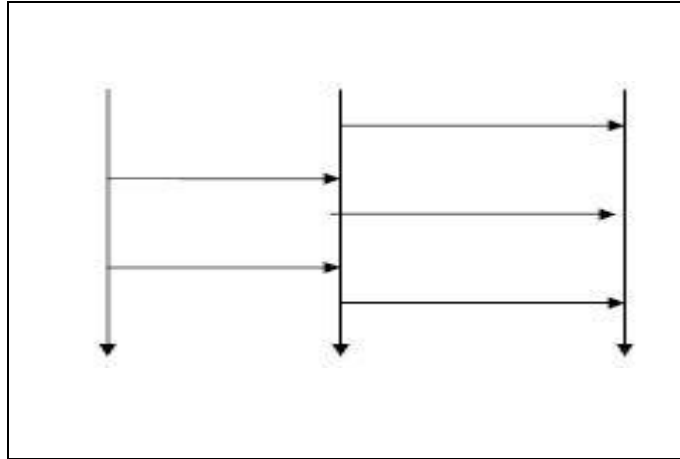
Jaringan drainase ini memiliki pola aliran yang menyebarkan pada pusat saluran menuju luar.



Gambar 2. 5 :Pola Jaringan Drainase Radial (Rozaqi Ahmad,2018)

6. Jaringan Drainase Jaring - Jaring

Jaringan ini mempunyai saluran - saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya. Jaringan ini sangat cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2. 6 : Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring (Rozaqi Ahmad,2018)

2.8.Jalan

Berdasarkan Undang - Undang Republik Indonesia angka 38 Tahun 2004 pasal 1 ayat (4), jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang mencakup segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap serta perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada di bagian atas tanah serta/atau air , dan diatas bagian atas air, kecuali jalan kereta api, jalan lori serta jalan kabel. Jalan raya ialah jalan umum buat lalu lintas menerus menggunakan pengendalian jalan masuk secara terbatas serta dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 lajur setiap arah.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan disebutkan

bahwa:

1. Badan jalan mencakup seluruh jalur lalu lintas, median, serta bahu jalan.
2. Jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu penampangan tertentu pada suatu ruas jalan, satuan waktu, kendaraan jalan, dan lalu lintas tertentu disebut kapasitas jalan
3. Kecepatan kendaraan merupakan jarak yang ditempuh per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan km/jam atau m/detik.
4. Jalan masuk adalah fasilitas akses lalu lintas untuk memasuki ruas jalan

5. Bangunan pelengkap jalan antara lain jembatan, terowongan, pohon, lintas atas, lintas bawah, tempat parkir, gorong - gorong, tembok penahan, lampu penerangan jalan, pagar pengaman, dan saluran tepi jalan dibangun sesuai dengan persyaratan teknis.
6. Pelengkap jalan adalah bangunan atau alat yang dimaksudkan untuk keselamatan, keamanan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas serta kemudahan bagi pengguna jalan dalam berlalu lintas.
 - a. Perlengkapan jalan, Contoh perlengkapan jalan tersebut antara lain patok-patok pengarah, pagar pengaman, patok kilometer, patok hektometer, patok ruang milik jalan, batas seksi, pagar jalanan fasilitas yang mempunyai sebagai sarana untuk keperluan memberikan perlengkapan dan pengamanan jalan, tempat istirahat.
 - b. Perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan wajib meliputi:
 - Aturan perintah dan larangan yang dinyatakan dengan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas), rambu, dan marka
 - Petunjuk dan peringatan yang dinyatakan dengan rambu dan tanda - tanda lain
 - Fasilitas pejalan kaki di jalan yang telah ditentukan

2.8.1. Klasifikasi Jalan

2.8.1.1. Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antar kawasan dan/atau dalam perkotaan, dan kawasan perdesaan.

1. Sistem jaringan jalan primer

Disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat - pusat kegiatan.

2. Sistem jaringan jalan sekunder

Disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam Kawasan perkotaan yang menghubungkan secara terus menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampau ke persil.

2.8.1.2. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Klasifikasi jalan fungsional di Indonesia berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku adalah

1. Jalan arteri

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna.

2. Jalan kolektor

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan lokal

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan lingkungan

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rendah.

2.8.1.3. Klasifikasi jalan menurut status

Jalan menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa.

1. Jalan nasional

Merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan provinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten/kota, antar ibu kota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

3. Jalan kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk dalam jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten, dengan pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan kota

Adalah jalan umum dalam sistem jaringan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

5. Jalan desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.8.1.4. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas

Pengaturan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan, makin berat kendaraan yang melalui suatu jalan, maka berat pula syarat - syarat yang ditentukan untuk pembuatan jalan itu.

1. Kelas I

Kelas ini mencakup semua jalan utama yang dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam komposisi lalu lintasnya tak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor. Jalan raya dalam kelas ini merupakan jalan - jalan raya yang berjalur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya Tingkat pelayanan terhadap lalu lintas.

2. Kelas II

Kelas jalan ini mencakup semua jalan - jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintasnya terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini, selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya, dibagi dalam tiga kelas, yaitu kelas IIA, IIB, IIC.

a. Kelas IIA

Kelas IIA Adalah jalan - jalan raya sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis aspal beton (hot mix) atau yang setaraf, dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tetapi, tanpa kendaraan yang tak bermotor. Untuk lalu lintas lambat, harus disediakan jalur tersendiri.

b. Kelas IIB

Kelas IIB adalah jalan - jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf di mana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat, tetapi tanpa kendaraan yang tak bermotor

c. Kelas IIC

Kelas IIC adalah jalan - jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal di mana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dari kendaraan tak bermotor.

3. Kelas III

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua, Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah pelaburan dengan aspal.

2.9.Pengaruh Genangan Air Terhadap Aspal

Air dapat dapat menyebabkan kerusakan jalan karena dapat melonggarkan ikatan antara agregat dan aspal.Sedangkan menurut (Sinaga & Harahap, 2016), genangan air yang berada di permukaan jalan dan memasuki struktur jalan, perkerasan dan tanah dasar menjadi lemah, dan hal ini menyebabkan kontruksi jalan lebih peka terhadap kerusakan akibat lalu lintas.

Air merupakan salah satu penyebab rusaknya perkerasan jalan. Keasaman air hujan yang tinggi dapat mengakibatkan ikatan antara aspal dan agregat yang mempercepat oksidasi sehingga menyebabkan kerusakan dini pada lapisan permukaan jalan. Kondisi ini dapat diperparah jika jalan terendam selama 24 jam (standart kekuatan sisa marshall), dan dibebani oleh beban kendaraan yang melebihi batas yang telah ditentukan.Hal ini dapat mempengaruhi kinerja perkerasan aspal terutama masalah durabilitas atau durabilitas jalan sebagai salah satu faktor dalam kriteria Marshall.

Menurut departemen pekerjaan umum, kerusakan jalan disebabkan oleh empat hal utama, yakni material kontruksi, air, iklim dan lalu lintas.

Salah satu faktor terjadinya genangan air adalah curah hujan yang tinggi dan beban berat pada kendaraan yang tidak sesuai dengan kuat perkerasan jalan yang secara tidak langsung akan menimbulkan rusaknya permukaan aspal ataupun jalan. Faktor penyebab adanya genangan air disebabkan oleh beberapa hal:

1. Genangan yang disebabkan oleh curah hujan yang terlalu tinggi
2. Genangan yang disebabkan oleh sampah
3. Genangan yang disebabkan oleh sedimentasi
4. Genangan yang disebabkan kemiringan pada salarusan
5. Genangan yang disebabkan oleh letak saluran berada pada daratan yang lebih rendah daripada DAS pembuangan.

Genangan terjadi akibat kurangnya daerah resapan air yang menyebabkan saluran drainase jalan kelebihan kapasitas air sehingga menyebabkan beberapa luas jalan rusak yang menyebabkan ketidaknyamanan pengguna jalan yang melintas dan rentanya penyakit akibat genangan air yang berlebih.

2.9.1. Kondisi Kerusakan Jalan

Survei pada kerusakan perkerasan jalan ini adalah kompilasi dari berbagai tipe kerusakan, tingkat keparahan kerusakan, lokasi dan luas penyebarannya, indentifikasi kondisi permukaan jalan pada ruas jalan Bunga Teratai, padang bulan dilakukan secara visual pada jarak 100 meter.

2.9.2. Kondisi Genangan Air

Peninjau pada genangan air lokasi ruas Jalan Bunga Teratai sering diakibatkan oleh air hujan, sisa banjir dan luapan dari saluran drainase, lama genangan tergantung pada cuaca yang sedang terjadi. Genangan yang terjadi pada perkerasan jalan akibat ketidakmampuan saluran drainase menampung dan menahan debit maksimum yang menyebabkan terjadinya luapan dari saluran.

2.9.3. Daya Rusak Genangan Terhadap Kerusakan Jalan

Pengaruh genangan air terhadap kerusakan konstruksi permukaan jalan menyebabkan melemahnya daya dukung tanah dasar dan akan mempercepat kerusakan dan peretakan perkerasan.

1. Perlemahan tanah dasar

Sejumlah genangan air yang berada di permukaan jalan, baik akibat air hujan ataupun luapan pada saluran drainase dan banjir. itu sangat berpengaruh untuk mengurangi kuat konstruksi jalan. Ketika dasar perkerasan jalan jenuh sempurna atau sebagian, karena adanya gaya dinamis yang menyebabkan naiknya tekanan air pori. Hal ini akan mereduksi gesekan minimal, dan mengakibatkan tahanan geser menjadi lebih rendah. Kondisi ini menjadikan kekuatan pada struktur perkerasan akan semakin lemah.

2. Mempercepat proses retakan/kerusakan

Air yang meresap akan masuk kedalam perkerasan jalan yang dapat mengakibatkan retakan pada struktur perkerasan jalan. Hal ini terjadi karena lemahnya daya dukung pada tanah dasar akibat fluktuasi kadar air di lokasi tersebut, karena lemahnya daya dukung pada tanah terjadi akibat pengembangan

volume tanah pada tanah dasar perkerasan. Survei kerusakan jalan dilakukan untuk mengidentifikasi serta mencatat kerusakan permukaan jalan dengan mengumpulkan informasi yang dibutuhkan.

2.9.4. Jenis - Jenis Kerusakan

a. Retak Kulit Buaya (Aligator Cracks)

Retakan yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (*polygon*) kecil - kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas berulang - ulang.

Faktor penyebab kerusakan:

- Bahan perkerasan / kualitas material yang kurang baik sehingga menyebabkan perkerasan lemah atau lapis beraspal yang rapuh.
- Pelapukan aspal
- Penggunaan aspal kurang
- Tingginya air tanah pada badan perkerasan jalan
- Lapisan bawah kurang stabil

b. Kegemukan (*Bleeding*)

Cacat permukaan ini berupa terjadinya konsentrasi aspal pada suatu tempat tertentu di permukaan jalan. Bentuk fisik dari kerusakan ini dapat kenali dengan terlihatnya lapisan tipis aspal (tampa agregat halus) pada permukaan perkerasan dan jika pada kondisi temperature permukaan perkerasan yang tinggi (terik matahari) atau pada lalu lintas yang berat, akan terlihat jejak bekas kendaraan yang melewatinya, hal ini juga akan membahayakan keselamatan lalu lintas karena jalan akan menjadi licin.

Faktor penyebab Kerusakan:

- Pengguna aspal yang tidak merata atau berlebihan
- Tidak menggunakan binder (aspal) yang sesuai
- Akibat keluarnya aspal dari lapisan bawah yang mengalami kelebihan aspal

c. Retak Blok (*Block Cracka*)

Sesuai dengan namanya, retak ini bentuknya blok pada perkerasan jalan. Retak ini umumnya terjadi pada lapisan tambahan (*overlay*), yang menggambarkan pola retakan perkerasan di bawahnya. Ukuran blok umumnya lebih dari 200 mm x 200 mm.

Faktor penyebab kerusakan:

- Perambatan dari retak susut yang terjadi pada lapisan perkerasan dibawahnya.
- Retak pada lapis dibawahnya yang lama tidak diperbaiki secara benar sebelum pekerjaan lapisan tambahan (*overlay*) dilakukan.
- Perbedaan penurunan dari timbunan ataupun pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan.
- Perubahan volume pada lapis pondasi dan tanah dasar.
- Adanya akar pohon atau utilitas lainnya dibawah lapisan perkerasan.

d. Bergelombang (*corrugation*)

Kerusakan ini dikenal juga dengan istilah lain, yaitu *Ripples*. Bentuk dari kerusakan jalan ini adalah gelombang pada lapisan permukaan, dan dapat dikatakan alur yang terjadi yang arahnya melintang jalan, dan disebut juga dengan Plastic Movement. Kerusakan ini umumnya terjadi pada tempat berhentinya kendaraan, akibat pengereman kendaraan.

Faktor penyebab kerusakan:

- Stabilitas lapis permukaan yang rendah. Penggunaan material/agregat yang tidak tepat.
- Terlalu banyak menggunakan agregat halus
- Lapis pondasi yang susah bergelombang
- Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (perkerasan yang menggunakan aspal cari)

e. Ambblas (*Depression*)

Bentuk kerusakan yang terjadi berupa ablas permukaan perkerasan pada lokasi tertentu atau map retak. Kedalaman kerusakan ini lebih dari 2 cm dan akan menampung dan meresap air.

Faktor penyebab kerusakan:

- Beban kendaraan yang berlebihan, sehingga kuat struktur bagian bawah perkerasan jalan atau struktur perkerasan jalan tersebut tidak mampu menahannya.
- Penurunan bagian perkerasan dikarenakan oleh turunnya tanah dasar
- Pelaksanaan pemadatan yang kurang baik.

f. Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

Kerusakan terjadi karena pertemuan tepi permukaan dengan bahu jalan tanah atau pada tepi bahu jalan beraspal dengan tanah sekitarnya. Penyebaran kerusakan ini dapat terjadi sepanjang tepi perkerasan dimana sering terjadi perlintasan roda kendaraan. Bentuk kerusakan cacat tepi dibedakan atas “gompol (*edge break*) atau penurunan tepi (*edge drop*).

Faktor penyebab kerusakan:

- Kurangnya dukungan dari arah bahu jalan
- Drainase kurang baik
- Bahu jalan turun terhadap permukaan perkerasan
- Konsentrasi lalu lintas berat didekat pinggir perkerasan

g. Retak Reflektif Sambungan (*Join Reflection Cracking*)

Kerusakan ini umumnya terjadi pada permukaan perkerasan aspal yang telah dihamparkan diatas perkerasan beton semen Portland. Retak yang terjadi pada lapisan tambahan (*overlay*) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berada dibawahnya. Pola reatak dapat kearah memanjang, melintang, diagonal atau membentuk blok.

Faktor penyebab kerusakan:

- Gerakan vertikal atau horizontal pada lapisan bawah lapis tambahan, yang timbul akibat ekspansi dan kontraksi saat terjadi perubahan temperatur atau kadar air.

- Gerakan tanah pondasi.
- Hilangnya kadar air dalam tanah dasar yang kadar lempungnya tinggi.

h. Penurunan Jalur/Bahu Jalan (*Lane/Shoulder Drop Off*)

Bentuk kerusakan ini terjadi akibat terdapatnya beda ketinggian antara permukaan perkerasan dengan permukaan bahu/tanah sekitarnya, dimana permukaan bahu lebih rendah terhadap permukaan perkerasan.

Faktor penyebab kerusakan:

- Kurangnya lebar perkerasan
- Terjadinya erosi/penggerusan pada material bahu
- Tidak dilaksanakan pembentukan bahu, namun dilakukan pelapisan - pelapisan perkerasan.

i. Retak memanjang dan Melintang (*Longitudinal and Transverse Cracks*)

Jenis kerusakan ini terdiri dari macam kerusakan sesuai dengan namanya, yaitu retak memanjang dan retak melintang pada perkerasan. Retak ini terjadi berjajar yang terdiri dari beberapa celah.

Faktor penyebab kerusakan:

- Perambatan dari retak penyusutan lapisan perkerasan dibawahnya.
- Lemahnya sambungan perkerasan.
- Adanya akar pohon dibawah lapisan perkerasan.
- Bahan pada pinggir perkerasan kurang baik atau terjadi perubahan volume. akibat pemuaian lempung pada tanah dasar.
- Sokongan atau material bahu samping kurang baik.

j. Tambalan dan Tambalan Galian Utilitas (*Patching and Utility Cut Patching*)

Tambalan dikelompokkan menjaddi kedalam cacat permukaan, karena pada tingkat tertentu akan mengganggu kenyamanan berkendara. Berdasarkan sifatnya, tambalan dikelompokkan menjadi dua, yaitu tambalan semestera

dengan bentuk tidak beraturan dan tambalan permanen berbentuk segi empat sesuai dengan rekonstruksi yang dilakukan.

Faktor penyebab kerusakan:

- Perbaikan akibat dari kerusakan permukaan perkerasan
- Perbaikan akibat dari kerusakan struktural perkerasan
- Penggalan pemansangan saluran pipa
- Akibat lanjutan: mengurangi kenyamanan berkendara dan permukaan perkerasan akan menjadi kasar.

k. Agregat Licin (*Polished Aggregate*)

Rusaknya perkerasan aspal pada permukaan konstruksi jalan dimana pada permukaan tersebut butiran butiran agregrat terlihat ‘telanjang’ dan permukaan agregratnya menjadi halus dan licin dan kadang - kadang mengkilap. Kerusakan ini sering dilewati kendaran berat ataupun daerah memiliki gesekan yang tinggi antara lapisan permukaan perkerasan dan ban kendaraan, contohnya pada tikungan dan lain sebagainya.

Faktor penyebab kerusakan:

- Agregat tidak tahan aus pada roda kendaraan
- Bentuk agregat yang digunakan memang sudah halus dan licin

l. Alur (*Rutting*)

Alur adalah permukaan perkerasan aspal dalam bentuk turunya perkerasan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan. Bentuk kerusakan terjadi karena lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentuk alur.

Faktor penyebab kerusakan:

- Ketebalan lapisan permukaan yang tidak mencukupi dalam menahan beban lalu lintas.
- Lapisan perkerasan atau lapisan pondasi yang kurang padat
- Rendahnya stabilitas pada lapisan permukaan lapisan pondasi sehingga terjadi deformasi plastis.

m. Lubang (*Potholes*)

Kerusakan pada jalan ini berbentuk seperti mangkok yang dapat menampung air dan bisa meresapkan air ke badan jalan. Kerusakan ini sering terjadi di dekat retakan, ataupun di daerah drainasenya kurang baik (sehingga tergenang oleh air).

Faktor penyebab kerusakan:

- Rendahnya kadar aspal, sehingga agregat dan aspal tipis mudah terlepas
- Penggunaan agregat kotor/tidak kotor
- Suhu campuran tidak memenuhi syarat
- Pelapukan aspal
- Sistem drainase yang kurang baik

n. Sungkur (*Shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara memanjang dan lokal dari permukaan perkerasan yang disebabkan beban lalu lintas, kerusakan ini biasanya terjadi pada lokasi tertentu dimana kendaraan berhenti pada tikungan tajam dan kelandaian yang curam. Kerusakan yang timbul biasanya jejak roda.

Faktor penyebab kerusakan:

- Lapisan perkerasan yang rendah dan stabilitas tanah
- Tidak memadainya daya dukung lapis permukaan/lapis pondasi
- Kurangnya pemadatan saat pelaksanaan
- Beban kendaraan yang melalui perkerasan jalan terlalu berat
- Lalu dibuka sebelum perkerasan mantap

i. Retak slip (*Slippage Cracking*)

Retak slip adalah retak bentuk bulan sabit atau crescent shape cracks. Bentuk retak yang menyerupai lengkung bulan sabit atau berbentuk jejak mobil yang disertai retak.

Faktor penyebab kerusakan:

- Kurang meratanya lapisan perekat
- Penggunaan lapis perekat kurang
- Terlalu banyak penggunaan agregat halus

- Kurang padat atau kurang tebal lapis permukaan
- Tertarik roda penggerak oleh mesin penghampar aspal atau penghamparan pada suhu Aspal rendah.

j. Pelapukan dan butiran lepas (*Weathering and Raveling*)

Kerusakan jalan ini berupa lepasnya Sebagian butiran butiran agregat pada permukaan perkerasan yang pada umumnya terjadi secara luas. Kerusakan dimulai lepasnya material halus dahulu dan kemudian akan berlanjut lepasnya material yang lebih besar, sehingga membentuk tumpukan dan dapat meresapkan ke bahu jalan.

Faktor penyebab kerusakan:

- Pelapukan material pengikat atau agregat
- Kurangnya pemadatan
- Penggunaan material yang kotor ataupun lunak
- Penggunaan aspal yang kurang memadai

k. Mengembang (*Swell*)

Gerakan keatas lokas pada perkerasan akibat pengembangan atau pembekuan air dari tanah dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Retaknya permukaan aspal disebabkan perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang. Pengembangan dapat dikarakteristikan dengan gerakan perkerasan aspal, dengan panjang $> 3\text{mm}$.

2.9.5. Alternatif pengaruh perbaikan jalan yang rusak akibat genangan air

Dalam mempertahankan keutuhan fungsional pada kontruksi jalan diperlukan melakukan kegiatan pemeliharaan jalan. Hal ini sangat diperlukan karena dengan melakukan penanganan yang tepat mampu menambah umur suatu proyek kontruksi, dan jalan dapat dilewati tanpa adanya genangan, banjir dan kerusakan - kerusakan yang membuat kuranya nyaman dan aman saat berkendara.

2.9.6. Penilaian Kondisi Perkerasan

Dalam menilai kondisi kerusakan jalan ada beberapa metode yang lazim digunakan, seperti metode PCI dan Bina Marga. Dalam penelitian ini saya sebagai penulis menggunakan metode PCI dalam menilai kerusakan jalan. Penilaian terhadap kondisi perkerasan jalan merupakan aspek yang paling penting untuk menentukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan jalan. Dalam melakukan penilaian kondisi perkerasan jalan tersebut, agar terlebih dahulu ditentukan jenis kerusakan, penyebab, serta tingkat kerusakan yang terjadi.

2.9.7. Menghitung Nilai Pavement Index (PCI)

PCI (*Pavement Condition Index*) merupakan salah satu sistem penilaian pada kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat kerusakan yang terjadi, dan digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Nilai PCI memiliki rentang 0 sampai 100 dengan kriteria gagal (*failed*), sangat jelek (*very poor*), jelek (*poor*), sedang (*fair*), baik (*good*), sangat baik (*very good*), dan sempurna (*excellent*).

PCI dikembangkan untuk memberikan index dari integritas struktur perkerasan dan kondisi operasional permukaannya serta memberikan informasi kondisi perkerasan hanya pada saat survei dilakukan, tapi tidak dapat memberikan prediksi gambaran dimasa datang.

Namun demikian, jika melakukan survei kondisi secara periodik, berguna untuk informasi kondisi perkerasan untuk prediksi kinerja dimasa datang, juga dapat digunakan sebagai pengukuran yang detail.

1. Kerapatan (*Density*)

Kerapatan atau density adalah persentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen dan diukur dengan meter panjang. Nilai density suatu jenis kerusakan dibedakan berdasarkan tingkat kerusakannya. Rumus untuk mencari nilai kerapatan atau density:

$$Density = \frac{ad}{as} \times 100\% \quad (2.12)$$

Atau

$$Density = \frac{ld}{as} \times 100\% \quad (2.13)$$

Keterangan:

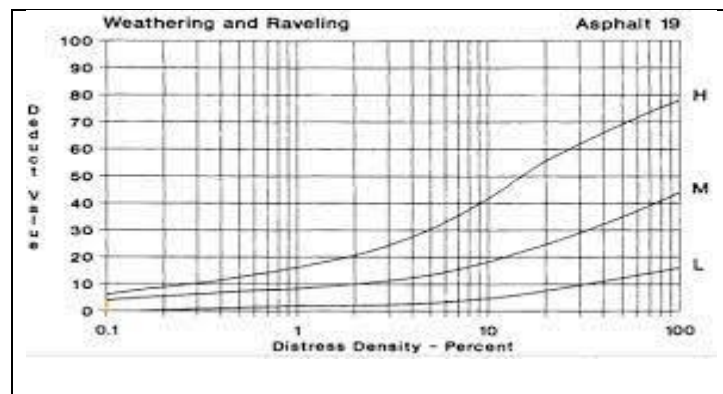
Ad = Luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m^2)

Ld = Panjang total jenis kerusakan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m)

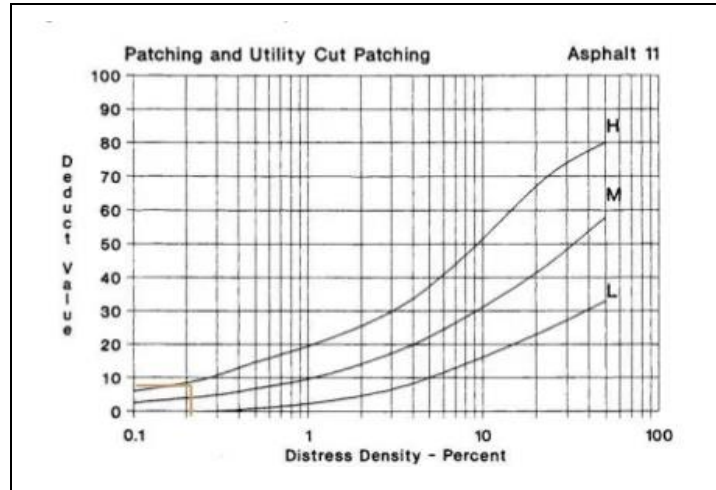
As = Luas total unit sampel (m^2)

2. Nilai Pengurangan (*Deduct Value*)

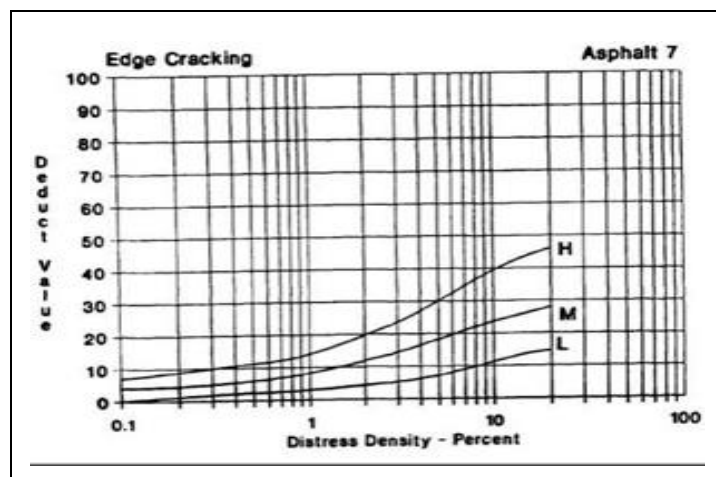
Nilai pengurangan atau deduct value merupakan nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara kepadatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Deduct value juga dibedakan menjadi Tingkat kerusakan untuk setiap jenis kerusakan.



Gambar 2. 7: Grafik Deduct Value untuk raveling



Gambar 2. 8 : Grafik Deduct Value untuk Patching



Gambar 2. 9: Grafik Deduct Value Edge Crack

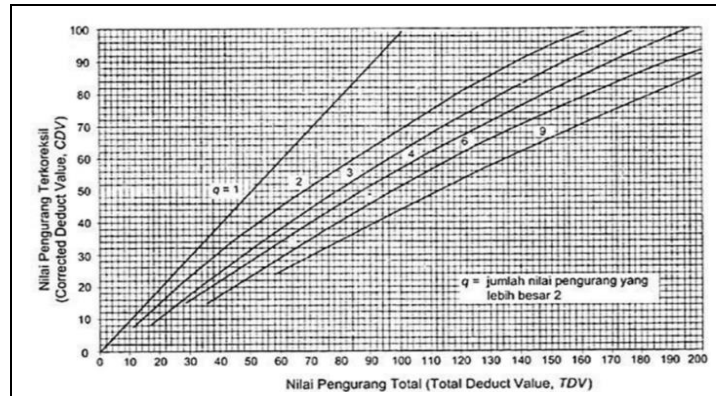
3. Nilai Pengurangan Total (*Total Deduct Value*)

TDV (*Total Deduct Value*) adalah jumlah total dari nilai pengurangan (*deduct value*) pada masing - masing unit sampel.

4. Nilai Pengurangan Terkoreksi (*Corrected Deduct Value*)

Corrected Deduct Value (CDV) diperoleh dari kurva hubunga antara nilai pengurangan total (TDV) dan nilai pengurangan (DV) dengan pemilihan kurva

yang sesuai. Jika nilai pengurangan tertinggi (Highest Deduct Value, HDV) lebih besar dari nilai CDV, maka CDV yang akan digunakan adalah nilai pengurangan individual yang tertinggi.



Gambar 2. 10: Grafik hubungan antara TDV dengan CDV

5. Klasifikasi Kualitas Perkerasan

Jika nilai CDV telah diketahui, maka nilai PCI untuk setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$PCI (s) = 100 - CDV \quad (2.14)$$

Dimana:

PCI (s) = Nilai PCI untuk setiap unit sampel

CDV = CDV dari setiap unit sampel

Dari nilai PCI untuk masing - masing unit penelitian dapat diketahui kualitas lapisan perkerasan berdasarkan kondisi tertentu yaitu gagal (failed), sangat jelek (very poor), jelek (poor), sedang (fair), baik (good), sangat baik (very good) dan sempurna (excellent).

PCI	Rating	Colour
85-100	<i>Excellent</i> (sempurna)	<i>Dark Green</i> (hijau tua)
70-85	<i>Very Good</i> (sangat baik)	<i>Light Green</i> (hijau muda)
55-70	<i>Good</i> (baik)	<i>Yellow</i> (kuning)
40-55	<i>Fair</i> (rata-rata)	<i>Light Red</i> (merah terang)
25-40	<i>Poor</i> (jelek)	<i>Medium Red</i> (merah sedang)
10-25	<i>Very Poor</i> (sangat jelek)	<i>Dark Red</i> (merah gelap)
00-10	<i>Failed</i> (gagal)	<i>Dark Grey</i> (abu-abu gelap)

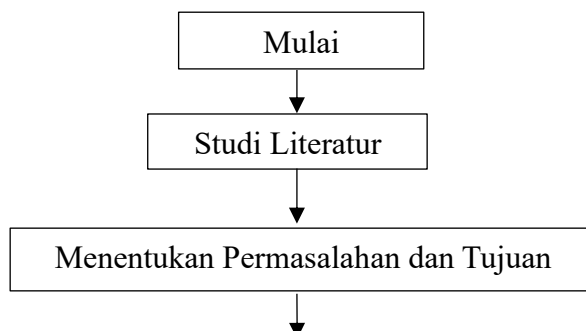
Gambar 2. 11: Diagram Nilai PCI

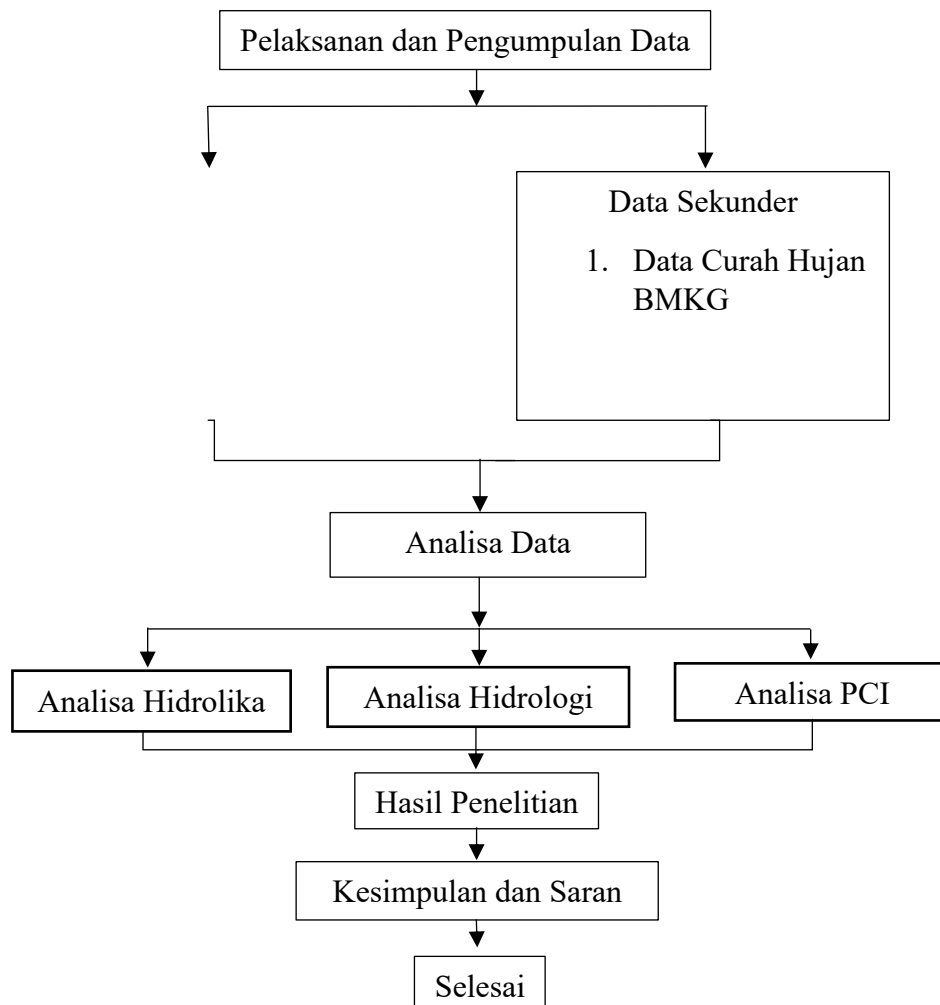
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1.Bagan Alir Penelitian

Dalam memudahkan pembahasan dan Analisa dibuat sebuah bagan alir seperti pada gambar berikut:





3.2.Lokasi Penelitian

Gambar 3. 1: Bagan Alir Penelitian

Jalan yang akan diteliti adalah Jalan Bunga Teratai Padang Bulan. Lokasi penelitian ini berada di



Gambar 3. 2: Lokasi Penelitian

3.3.Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan:

Lokasi penelitian langsung di Jalan Bunga Teratai Padang Bulan. Selain itu, data - data pelengkap diambil dikantor badan Meteorologi dan Geofisika untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.

3.4.Pengambilan Data

Dalam suatu penelitian harus memiliki dasar pembahasan dari suatu objek yang akan di teliti, data - data yang dikumpulkan sangat berkaitan agar menunjang hasil penelitian. Data - data yang diperlukan pada Tugas Akhir dibagi menjadi dua, yaitu:

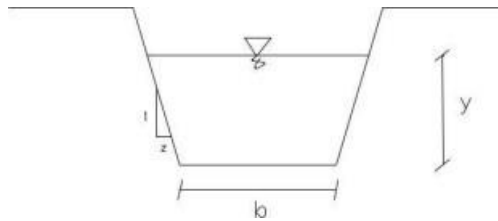
1. Data Primer yaitu Survei lokasi Jalan Bunga Teratai Padang Bulan.
2. Data Sekunder yaitu curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dari tahun 2013 - 2023 yang diperoleh dari badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Medan.

3.5.Menganalisa Data

Analisis frekuensi curah hujan, koefisien aliran permukaan, analisis waktu konsentrasi, analisis koefisien limpasan, analisis intensitas curah hujan. Analisa debit rencana, analisis kapasitas penampang saluran, evaluasi debit saluran debit rencana. Adapun Analisa data hidrologi untuk analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi *Log Normal*
3. Distribusi *Log Person Type -III*
4. Distribusi *Gumbel*

Dan Adapun data dan bentuk saluran penampang pada Lokasi penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 3 : Saluran Bentuk Trapesium

Keterangan :

1. Luas penampang (A) = $0,12 \text{ m}^2$
2. Lebar dasar saluran (b) = $1,2 \text{ m}$
3. Tinggi muka air rencana (h) = $0,2 \text{ m}$
4. Kemiringan saluran (S) = $0,001$

Adapun kelebihan dan kekurangan pada penampang saluran trapezium ini adalah :

1. Kelebihan : Memiliki kapasitas aliran yang besar, stabil, dan mudah dibangun.
2. Membutuhkan lebih banyak ruang karena lebar bagian atas yang lebih besar.

3.6.Prosedur Penelitian

Pertama, menganalisa data sekunder, yaitu menghitung curah hujan rata-rata dan menganalisa curah hujan rencana dengan menggunakan Analisa frekuensi metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log person III dan Distribusi Gumbel. Selanjutnya intensitas curah hujan rencana hitungan menggunakan persamaan Mononobe. Data dimensi dan bentuk drainase ditinjau langsung ke lapangan yaitu pada jalan Bunga Teratai Padang Bulan, meliputi: Geometri saluran, kemiringan saluran, dimensi saluran, dan konstruksi saluran. Debit maksimum dari saluran drainase dihitung dengan persamaan Manning.

Setelah data sekunder dianalisis, maka Langkah berikutnya yaitu menganalisa masing-masing nilai yang dihasilkan dari analisis data sekunder. Saluran drainase

dikatakan banjir apabila nilai debit banjir rencana hasil analisis lebih besar daripada nilai debit maksimum saluran drainase yang dihitung dengan slope area metode (persamaan manning).

Dalam penelitian ini dalam memperkirakan laju aliran puncaknya menggunakan metode penelitian Metode Rasional saat pelaksanaanya.

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Analisa Data

Data - data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu:

a. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dari survey langsung ke Lokasi penelitian di Jalan Bunga Teratai. Data tersebut terlampir sebagai berikut:

- Panjang Lintasan aliran di dalam saluran (Ls) yang di teliti adalah 100 m di bagi menjadi 3 titik sepanjang panjang lintasan tersebut.
- Batas daerah pengaliran yang di teliti (L) adalah 30 m

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data sekunder diperoleh dari instansi stasiun klimatologi Sampali di Kabupaten Deli Serdang. Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data Curah Hujan Maksimum selama 10 Tahun Terakhir yaitu tahun 2014 s/d 2023 sebagai berikut:

Tabel 4.1: Data Curah Hujan Maksimum (Badan Klimatologi dan Geofisika)

Bulan	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Januari	20	353	189	312	258	208	87	519	213	164
Februari	33	154	323	124	40	205	79	88	296	128
Maret	129	144	166	347	74	131	104	201	232	228
April	140	254	108	175	303	172	326	300	169	196
Mei	326	250	365	289	235	425	486	146	134	175
Juni	62	86	126	161	218	374	615	231	319	256
Juli	161	161	168	207	610	200	300	127	150	303
Agustus	206	199	284	262	138	131	196	378	514	586
September	266	234	590	540	369	388	336	287	243	598
Oktober	322	345	330	255	397	456	466	260	376	271
Nopember	184	499	0	179	279	292	337	494	526	190
Desember	299	124	181	338	260	319	397	174	321	326
Max (Xi)	326	499	590	540	610	425	486	519	526	598

4.2. Analisis Hidrologi

4.2.1. Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan jenis distribusi yang banyak digunakan pada bidang hidrologi adalah:

1. Disrtibusi Normal

Tabel 4.2 Distribusi Normal

Bulan	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Januari	20	353	189	312	258	208	87	519	213	164	2323
Februari	33	154	323	124	40	205	79	88	296	128	1470
Maret	129	144	166	347	74	131	104	201	232	228	1756
April	140	254	108	175	303	172	326	300	169	196	2143
Mei	326	250	365	289	235	425	486	146	134	175	2831

Juni	62	86	126	161	218	374	615	231	319	256	2448
Juli	161	161	168	207	610	200	300	127	150	303	2387
Agustus	206	199	284	262	138	131	196	378	514	586	2894
September	266	234	590	540	369	388	336	287	243	598	3851
Oktober	322	345	330	255	397	456	466	260	376	271	3478
Nopember	184	499	0	179	279	292	337	494	526	190	2980
Desember	299	124	181	338	260	319	397	174	321	326	2739
Xi	326	499	590	540	610	425	486	519	526	598	5119
Xi-X	-185.9	-13	78.1	28.1	98.1	-87	-25.9	7.1	14.1	86.1	-0.2
(Xi-X) ²	34559	166	6100	790	9624	7552	671	50.4	199	7413.2	67123

Dari data - data di atas didapat bahwa

Xi = Curah hujan maksimal setiap tahunnya

$$X = \frac{\text{Total Curah Hujan Maksimal}}{\text{Tahun Pengamatan}} = \frac{5119}{10} = 511,9$$

(4.1)

$$\text{Deviasi Standar} = S = \sqrt{\frac{\sum (Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{67123}{9}} = 86,36$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal menggunakan tabel 4.3 tentang standard variable (K_t) untuk Metode Sebaran Log Normal.

Menghitung *Koefisien Skewness* (C_s):

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi-X)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{10(5016156.12)}{(10-1)(10-2)86,36^3}$$

$$C_s = \frac{50161561,2}{72 \times 644,0} = 1,081 \text{ mm}$$

Menghitung *Koefisien Kurtosis* (C_k):

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi-X)^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$C_k = \frac{10(1322247201,4)}{(10-1)(10-2)86,36^4}$$

$$C_k = \frac{13222472014,1}{72 \times 55,62} = 1,256 \text{ mm}$$

Tabel 4.3 Standard Variable (K_t) untuk Metode Sebaran Log Normal

T (Tahun)	K_t	T (Tahun)	K_t
1	-1,86	20	1,89
2	-0,22	25	2,10

3	0,17	30	2,27
4	0,44	35	2,41
5	0,64	40	2,54
6	0,81	45	2,65
7	0,95	50	2,75
8	1,06	70	3,08
9	1,17	90	3,34
10	1,26	100	3,34

Jika T = 2 tahun, Maka nilai X_T yang didapatkan adalah :

$$X_T = x + (K_T \times S) \quad (4.2)$$

$$= 511,9 + (-0,22 \times 86,36) = 491,1 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 5 tahun

$$K_T = \frac{X_T - x}{s} \quad (4.3)$$

$$X_T = x + (K_T \times S)$$

$$= 511,9 + (0,64 \times 86,36) = 567,17 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 10 tahun

$$K_T = \frac{X_T - x}{s}$$

$$X_T = x + (K_T \times S)$$

$$= 511,9 + (1,26 \times 86,36) = 620,71 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 20 tahun

$$K_T = \frac{X_T - x}{s}$$

$$X_T = x + (K_T \times S)$$

$$= 511,9 + (1,89 \times 86,36) = 675,12 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 50 tahun

$$K_T = \frac{X_T - x}{s}$$

$$X_T = x + (K_T \times S)$$

$$= 511,9 + (2,75 \times 86,36) = 749,39 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 100 tahun

$$K_T = \frac{X_T - x}{s}$$

$$X_T = x + (K_T \times S)$$

$$= 511,9 + (3,45 \times 86,36) = 809,84 \text{ mm}$$

Tabel 4.4 Analisa Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi Normal

No	Periode ulang (T) tahun	K _T	x	S	C _s	C _k	Curah hujan X _T (mm)
1.	2	-0,22	511,9	86,36	1,081	1,256	491,1
2.	5	0,64	511,9	86,36	1,081	1,256	567,17
3.	10	1,26	511,9	86,36	1,081	1,256	620,71
4.	20	1,89	511,9	86,36	1,081	1,256	675,12
5.	50	2,75	511,9	86,36	1,081	1,256	749,39
6.	100	3,45	511,9	86,36	1,081	1,256	809,84

2. Distribusi Log Normal

Data - data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran logaritmatik dapat dilihat tabel 4.5

Tabel 4.5 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal

No	Curah Hujan Maximal (Xi)	Log(Xi)	Log(Xi)-Log(X)	(LogXi-LogX) ²
1	326	2.513218	-0.195967529	0.038403273
2	499	2.698101	-0.011084584	0.000122868
3	590	2.770852	0.061666882	0.003802804
4	540	2.732394	0.02320863	0.000538641

5	610	2.78533	0.076144705	0.005798016
6	425	2.628389	-0.080796199	0.006528026
7	486	2.686636	-0.02254886	0.000508451
8	519	2.715167	0.005982228	3.57867E-05
9	526	2.720986	0.011800615	0.000139255
10	598	2.776701	0.067516054	0.004558418
Total	5119	27.02777	-0.064078058	0.060435537

Dari data - data di atas didapat:

X_i = Curah hujan maksimal setiap tahunnya

$$X_i = \frac{\text{Total Curah Hujan Maksimal}}{\text{Tahun Pengamatan}} = \frac{5119}{10} = 511,9$$

(4.4)

Menghitung Koefisien C_s :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \log(\log(X_i) - \log(X))^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{10(-0.0070679)}{(10-1)(10-2)0,081^3}$$

$$C_s = \frac{-0.0070679}{72 \times 0,000531441} = -0,18471528876 \text{ mm}$$

Menghitung Koefisien Kurtosis (C_k) :

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n (\log(X_i) - \log(X))^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$C_k = \frac{10(0,001243521)}{(10-1)(10-2)0,081^4}$$

$$C_k = \frac{0,012435213}{72 \times 0,0000430} = 4,01654166667 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

Untuk (T) 2 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S$$

(4.5)

$$\text{Log } X_2 = 2,702 + (-0,22 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,682$$

$$X_2 = 480,8 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

Untuk (T) 5 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_5 = 2,702 + (0,64 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,753$$

$$X_5 = 567,3 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

Untuk (T) 10 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,702 + (1,26 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,804$$

$$X_{10} = 636,8 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

Untuk (T) 20 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{20} = 2,702 + (1,89 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_{20} = 2,855$$

$$X_{20} = 716,1 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

Untuk (T) 50 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,702 + (2,75 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,924$$

$$X_{50} = 839,5 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

Untuk (T) 100 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,702 + (3,45 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,981$$

$$X_{100} = 957,19 \text{ mm}$$

Tabel 4.6 : Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Normal

No.	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	C_S	C_K	Log X	S	Log X_T	Curah Hujan (X_T) mm
1.	2	-0,22	-0,1	4,0	2,702	0,081	2,682	480,8
2.	5	0,64	-0,1	4,0	2,702	0,081	2,753	567,3
3.	10	1,26	-0,1	4,0	2,702	0,081	2,804	636,8
4.	20	1,89	-0,1	4,0	2,702	0,081	2,855	716,1
5.	50	2,75	-0,1	4,0	2,702	0,081	2,924	839,5
6.	100	3,45	-0,1	4,0	2,702	0,081	2,981	957,1

3. Diatribusi Log Person - III

Tabel 4.7 : Analisis curah hujan dengan Distribusi Log person - III

Tabel 4.7 : Distrubusi Log Person - III

No	Curah Hujan Maximal (X_i)	Log(X_i)	Log(X_i)-Log(X)	(Log X_i -LogX) ²	(Log X_i -LogX) ³
1	326	2.513218	-0.195967529	0.038403273	-0.0075258
2	499	2.698101	-0.011084584	0.000122868	-0.0000014
3	590	2.770852	0.061666882	0.003802804	0.0002345
4	540	2.732394	0.02320863	0.000538641	0.0000125
5	610	2.78533	0.076144705	0.005798016	0.0004415
6	425	2.628389	-0.080796199	0.006528026	-0.0005274
7	486	2.686636	-0.02254886	0.000508451	-0.0000115
8	519	2.715167	0.005982228	3.57867E-05	0.0000002
9	526	2.720986	0.011800615	0.000139255	0.0000016
10	598	2.776701	0.067516054	0.004558418	0.0003078
Total	5119	27.02777	-0.064078058	0.060435537	-0.0070679

Dari data - data diatas didapat:

X_i = Curah hujan maksimal setiap tahunnya

$$X_i = \frac{\text{Total Curah Hujan Maksimal}}{\text{Tahun Pengamatan}} = \frac{5119}{10} = 511,9$$

$$\text{Deviasi Standar} = S = \sqrt{\frac{\sum \{(\log(X_i) - \log(X))^2\}}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.060435537}{9}} = 0.081$$

(4.6)

Menghitung Koefisien C_s :

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

$$C_s = \frac{10(-0,0070679)}{(10-1)(10-2)0,081^3}$$

$$C_s = \frac{-0,0070679}{72 \times 0,000531441} = -0,18471528876 \text{ mm}$$

Koefisien Kemencengan $G = -0.1$

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Person III:

Untuk (T) 2 Tahun

$$\log X_T = \log X + G \times S$$

$$\log X_2 = 2,702 + (0,017 \times 0,081)$$

$$\log X_2 = 2,704 \text{ mm}$$

$$X_2 = 505,85 \text{ mm}$$

Untuk (T) 5 Tahun

$$\log X_T = \log X + G \times S$$

$$\log X_5 = 2,702 + (0,836 \times 0,081)$$

$$\log X_5 = 2,770 \text{ mm}$$

$$X_5 = 588,84 \text{ mm}$$

Untuk (T) 10 Tahun

$$\log X_T = \log X + G \times S$$

$$\log X_{10} = 2,702 + (1,270 \times 0,081)$$

$$\log X_{10} = 2,803 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 635,33 \text{ mm}$$

Untuk (T) 20 Tahun

$$\log X_T = \log X + G \times S$$

$$\log X_{20} = 2,702 + (1,761 \times 0,081)$$

$$\log X_{20} = 2.838 \text{ mm}$$

$$X_{20} = 688,65 \text{ mm}$$

Untuk (T) 50 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + G \times S$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,702 + (2,000 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,859 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 722,76 \text{ mm}$$

Untuk (T) 100 Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + G \times S$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,702 + (2,252 \times 0,081)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,884 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 765,59 \text{ mm}$$

Tabel 4.8 : Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Person III

No.	T	G	C_s	Log X	Log X_T	Log S	Curah Hujan (X_T) mm
1.	2	0,017	-0,1	2.702	2,675	0,081	473,15
2.	5	0,836	-0,1	2.702	2,769	0,081	587,48
3.	10	1,270	-0,1	2.702	2,807	0,081	641,20
4.	20	1,761	-0,1	2.702	2,849	0,081	706,31
5.	50	2,000	-0,1	2.702	2,876	0,081	751,62
6.	100	2,252	-0,1	2.702	2,902	0,081	797,99

4. Distribusi Gembel

Tabel 4.9 : Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Gumbel

Tahun	Curah Hujan (mm) X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
2011	326	-185.9	34558.81
2012	499	-12.9	166.41
2013	590	78.1	6099.61
2014	540	28.1	789.61
2015	610	98.1	9623.61
2016	425	-86.9	7551.61
2017	486	-25.9	670.81
2018	519	7.1	50.41
2019	526	14.1	198.81
2020	598	86.1	7413.21

Jumlah	5119	-0.2	67122.9
X	511,9		
S	86,36		

Dari data - data di atas didapat:

X_i = Curah hujan maksimal setiap tahunnya

$$X_i = \frac{\text{Total Curah Hujan Maksimal}}{\text{Tahun Pengamatan}} = \frac{5119}{10} = 511,9$$

$$\text{Deviasi Standar} = S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{67123}{9}} = 86,36$$

(4.7)

Dari tabel pada bab 2 yaitu tabel 2.4 dan 2.5 (Suripin, 2004) diperoleh nilai untuk:

$$N = 10$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Menghitung Koefisien Skewness (C_s) :

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

$$C_s = \frac{10(-0,0070679)}{(10-1)(10-2)0,081^3}$$

$$C_s = \frac{-0,0070679}{72 \times 0,000531441} = -0,18471528876 \text{ mm}$$

Menghitung Koefisien Kurtosis (C_k) :

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n (\log(X_i) - \log(\bar{X}))^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$C_k = \frac{10(0,001243521)}{(10-1)(10-2)0,081^4}$$

$$C_k = \frac{0,012435213}{72 \times 0,0000430} = 4,01654166667 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 2 tahun dengan $Y_{TR} = 0,3665$ yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_N}{S_N}$$

$$K = \frac{0,3665 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = -0,135$$

$$X_T = X + K(s)$$

$$X_T = 511,9 + (-0,135(86,36))$$

$$X_T = 500,24 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 5 tahun dengan $Y_{TR} = 1,4999$ yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_N}{S_N}$$

$$K = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1,059$$

$$X_T = X + K(s)$$

$$X_T = 511,9 + (1,059 (86,36))$$

$$X_T = 602,45 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 10 tahun dengan $Y_{TR} = 2,2502$ yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_N}{S_N}$$

$$K = \frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1,85$$

$$X_T = X + K(s)$$

$$X_T = 511,9 + (1,85 (86,36))$$

$$X_T = 671,66 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 20 tahun dengan $Y_{TR} = 2,9606$ yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_N}{S_N}$$

$$K = \frac{2,9709 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 2,61$$

$$X_T = X + K(s)$$

$$X_T = 511,9 + (2,61 (86,36))$$

$$X_T = 737,29 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 50 tahun dengan $Y_{TR} = 3,9019$ yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_N}{S_N}$$

$$K = \frac{3,9028 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 3,59$$

$$X_T = X + K(s)$$

$$X_T = 511,9 + (3,59 (86,36))$$

$$X_T = 821,93 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 100 tahun dengan $Y_{TR} = 4,6001$ yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_N}{S_N}$$

$$K = \frac{4,6012 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 4,32$$

$$X_T = X + K(s)$$

$$X_T = 511,9 + (4,32 (86,36))$$

$$X_T = 884,97 \text{ mm}$$

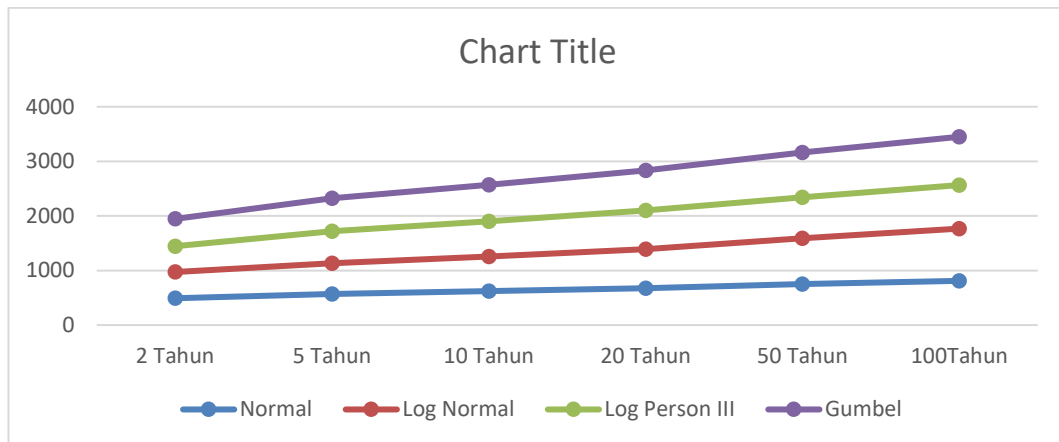
Tabel 4.10 : Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

No.	T	YTR	Yn	Sn	X	S	K	Curah Hujan (X _T)
1.	2	0.3665	0.4952	0.9496	511,9	86,36	-0.135	500,24
2.	5	1.4999	0.4952	0.9496	511,9	86,36	1.059	602,45
3.	10	2.2502	0.4952	0.9496	511,9	86,36	1.85	671,66
4.	20	2.9606	0.4952	0.9496	511,9	86,36	2.61	737,29
5.	50	3.9019	0.4952	0.9496	511,9	86,36	3.59	821,93
6.	100	4.6001	0.4952	0.9496	511,9	86,36	4.324	884,97

Tabel 4.11 : Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum

No.	T	Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbel
1.	2	491.1	480.8	473.15	500.24
2.	5	567.17	567.3	587.48	602.45
3.	10	620.71	636.8	641.20	671.66
4.	20	675.12	716.1	706.31	737.29
5.	50	749.39	839.5	751.62	821.93

6.	100	809.84	957.1	797.99	884.97
----	-----	--------	-------	--------	--------



Gambar 4. 1: Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum

4.3. Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam parameter pemilihan disrtibusi curah hujan tercantum dalam tabel 4.12 :

Tabel 4.12: Parameter pemilihan distribusi curah hujan (Pudyastuti & Musthofa, 2020)

Jenis Sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$	$C_s = 1,081$ $C_k = 1,256$	Tidak memenuhi
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$	$C_s = 6,9$ $C_k = 4,0$	Tidak memenuhi
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0,1$	Tidak memenuhi
Gumbell	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$	$C_s = -0,1$ $C_k = 4,0$	memenuhi

Berdasarkan table 4.12 hasil parameter pemilihan distribusi curah hujan, maka Disrtibusi yang digunakan periode ulang 10 Tahun pada analisa studi kasus ini adalah metode distribusi Gumbell, dikarenakan C_s dan C_k pada metode Gumbell yang memenuhi syarat. Karena berdasarkan dari kriteria ke empat metode distribusi hujan Normal, Log Normal, Log Person Tipe-III dan Gumbell yang

memenuhi hanya satu maka perhitungan tidak perlu lagi di uji menggunakan uji Chi Square dan Smirnov Kolmogorov.

4.4. Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di jalan bunga teratai dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir $< Q$ tampang saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

Tabel 4.13: Data Hidrolika Penampang Saluran 1 Drainase

No.	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1.	Periode Ulang			10
2.	Luas Cacthment Area	A	Km	0.225
3.	Panjang Aliran	L	Mm/hari	0.01
4.	Curah Hujan Rencana	R		181.15
5.	Koef. Limpasan Rata – Rata	C		0.95
6.	Slope/Kemiringan Saluran	S		0.001
7.	Waktu Konsentrasi	T_C	Menit	579.6
8.	Intensitas Hujan	I	Mm/jam	13.85
9.	Debit Banjir Rencana	Q_P	M^3/det	0.059

1. Waktu konsentrasi hujan (t_c) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$T_c = 0.0195 \times 100^{0.77} \times 0.001^{-0.385}$$

$$T_c = 9.66 \text{ jam}$$

$$T_c = 579.6 \text{ menit}$$

2. Intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4.8)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam) = 191,5

t = Lamanya waktu konsentrasi (jam) = 9,66 jam

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

$$I = \frac{181.15}{24} \left(\frac{24}{9.66} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$I = 13.85$ mm/jam

3. Luas catchment area dihitung berdasarkan luas jalan bunga teratai. Panjang lintasan jalan yang diteliti adalah 100 meter dengan batas daerah yang diteliti sepanjang 30 m dan lebar jalan 3 m.
4. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:

$$Q_P = 0.278 \times C.I.A \quad (4.9)$$

Dimana :

0,278 = Konstanta digunakan jika satuan luas daerah

C = Koefisien aliran Aspal atau beton = 0,95 mm/ jam

I = Intensitas Curah Hujan selama waktu konsentrasi = 13,85 mm/jam

A = Luas catchment area (m²) = 0,255 km²

$$Q_P = 0.278 \times 0.95 \times 13.85 \times 0.225$$

$$Q_P = 0.059 \text{ km/det}$$

Tabel 4.14: Data Hidrolika Penampang Saluran 2 Drainase

No.	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1.	Periode Ulang			10
2.	Luas Cacthment Area	A	Km	0.225
3.	Panjang Aliran	L	Mm/hari	0.01
4.	Curah Hujan Rencana	R		191.15
5.	Koef. Limpasan Rata – Rata	C		0.95
6.	Slope/Kemiringan Saluran	S		0.001
7.	Waktu Konsentrasi	T_C	Menit	579.6
8.	Intensitas Hujan	I	Mm/jam	13.85
9.	Debit Banjir Rencana	Q_P	M ³ /det	0.059

1. Waktu konsentrasi hujan (t_c) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$T_c = 0.0195 \times 100^{0.77} \times 0.001^{-0.385}$$

$$T_c = 9.66 \text{ jam} = 579.6 \text{ menit}$$

2. Intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe yaitu:

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

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam) = 191,5

t = Lamanya waktu konsentrasi (jam) = 9,66 jam

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

$$I = \frac{181.15}{24} \left(\frac{24}{9.66} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 13.85 \text{ mm/jam}$$

3. Luas catchment area dihitung berdasarkan luas jalan bunga teratai. Panjang lintasan jalan yang diteliti adalah 100 meter dengan batas daerah yang diteliti sepanjang 30 m dan lebar jalan 3 m.
4. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:

$$Q_p = 0.278 \times C.I.A$$

Dimana :

0,278 = Konstanta digunakan jika satuan luas daerah

C = Koefisien aliran Aspal atau beton = 0,95 mm/ jam

I = Intensitas Curah Hujan selama waktu konsentrasi = 13,85 mm/jam

A = Luas catchment area (m²) = 0,255 km²

$$Q_p = 0.278 \times 0.95 \times 13.85 \times 0.225$$

$$Q_p = 0.059 \text{ km/det}$$

Tabel 4.15: Data Hidrolika Penampang Saluran 3 Drainase

No.	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1.	Periode Ulang			10
2.	Luas Catchment Area	A	Km	0.225
3.	Panjang Aliran	L	Mm/hari	0.01

4.	Curah Hujan Rencana	R		181.15
5.	Koef. Limpasan Rata – Rata	C		0.95
6.	Slope/Kemiringan Saluran	S		0.001
7.	Waktu Konsentrasi	T _C	Menit	579.6
8.	Intensitas Hujan	I	Mm/jam	13.85
9.	Debit Banjir Rencana	Q _P	M ³ /det	0.059

1. Waktu konsentrasi hujan (tc) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$T_c = 0.0195 \times 100^{0.77} \times 0.001^{-0.385}$$

$$T_c = 9.66 \text{ jam} = 579.6 \text{ menit}$$

2. Intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe yaitu:

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

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam) = 191,5

t = Lamanya waktu konsentrasi (jam) = 9,66 jam

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

$$I = \frac{181.15}{24} \left(\frac{24}{9.66} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 13.85 \text{ mm/jam}$$

3. Luas catchment area dihitung berdasarkan luas jalan bunga teratai. Panjang lintasan jalan yang diteliti adalah 100 meter dengan batas daerah yang diteliti sepanjang 30 m dan lebar jalan 3 m.
4. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:

$$Q_P = 0.278 \times C.I.A$$

Dimana :

0,278 = Konstanta digunakan jika satuan luas daerah

C = Koefisien aliran Aspal atau beton = 0,95 mm/ jam

I = Intensitas Curah Hujan selama waktu konsentrasi = 13,85 mm/jam

$$A = \text{Luas catchment area (m}^2\text{)} = 0,255 \text{ km}^2$$

$$Q_P = 0.278 \times 0.95 \times 13.85 \times 0.225$$

$$Q_P = 0.059 \text{ km/det}$$

Analisis Kapasitas Penampang Saluran Drainase 1 dapat dilihat pada tabel 4.13 untuk mendapatkan satuan dan ukuran pengukuran kapasitasnya.

1. Luas penampang

$$A = b \times h \quad (4.10)$$

Dimana :

A = Luas penampang basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

maka :

$$A = 1.2 \times 0.2$$

$$\mathbf{A = 0.12 \text{ m}^2}$$

2. Keliling basah

$$P = b + 2h \quad (4.11)$$

Dimana :

P = Keliling basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

Maka :

$$P = 1.2 + 2 \times 0.2$$

$$\mathbf{P = 1.6 \text{ m}}$$

3. Jari - jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad (4.12)$$

Dimana :

R = Jari-Jari Hidrolisis

A = Luas penampang basah saluran (m)

P = Keliling basah saluran (m)

Maka :

$$R = \frac{0.12}{1.6}$$

$$\mathbf{R = 0.075 \text{ m}}$$

4. Kecepatan aliran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (4.13)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/det)

n = Koefisien kekasaran

R = Jari-jari hidrolis aliran (m²)

S = Kemiringan saluran

Maka :

$$V = \frac{1}{0.015} \times 0.075^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

$$\mathbf{V = 0.37 \text{ m/det}}$$

5. Tinggi jagaan (freeboard)

$$W = \sqrt{0.5 h} \quad (4.14)$$

Dimana :

W = Jagaan saluran

h = Tinggi kedalaman air

Maka :

$$W = \sqrt{0.5 \times 0.2}$$

$$\mathbf{W = 0.32}$$

6. Debit saluran

$$Q = A \times V$$

$$(4.15)$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m^3/det)

A = Luas penampang (m^2)

V = Volume air mengalir (m^3)

Maka :

$Q = 0.12 \times 0.37$

$Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 4.16: Kondisi Eksisting Saluran 1 Drainase

No.	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
Dimensi Saluran				
1.	Bentuk			Persegi
2.	Konstruksi			Beton
3.	Lebar bawah	B	m	1.2
4.	Kedalaman air	H	m	0.2
5.	Freeboard	F	m	0.32
6.	Talud	M		-
7.	Lebar atas	B	m	1.2
8.	Dalam saluran total	H	m	1.25
9.	Slope	S		0.001
10.	Koefisien manning	N		0.015
11.	Luas penampang	A	m ²	0.12
12.	Keliling basah	P	m	1.6
13.	Jari - jari hidrolis	R	m	0.075
14.	Kecepatan aliran	V	m/det	0.37
15.	Debit saluran	Q _s	m ³ /det	0.044

Analisis Kapasitas Penampang Saluran Drainase 2 dapat dilihat pada tabel

4.14 untuk mendapatkan satuan dan ukuran pengukuran kapasitasnya

1. Luas penampang

$A = b \times h$

Dimana :

A = Luas penampang basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

maka :

$A = 1.2 \times 0.2$

$$A = 0.12 \text{ m}^2$$

2. Keliling basah

$$P = b + 2h$$

Dimana :

P = Keliling basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

Maka :

$$P = 1.2 + 2 \times 0.2$$

$$P = 1.6 \text{ m}$$

3. Jari - jari hidrolis

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

Dimana :

R = Jari-Jari Hidrolisis

A = Luas penampang basah saluran (m)

P = Keliling basah saluran (m)

Maka :

$$R = \frac{0.12}{1.6}$$

$$R = 0.075 \text{ m}$$

4. Kecepatan aliran

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

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/det)

n = Koefisien kekasaran

R = Jari-jari hidrolis aliran (m²)

S = Kemiringan saluran

Maka :

$$V = \frac{1}{0.015} \times 0.075^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

$$V = 0.37 \text{ m/det}$$

5. Tinggi jagaan (freeboard)

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

Dimana :

W = Jagaan saluran

h = Tinggi kedalaman air

Maka :

$$W = \sqrt{0.5 \times 0.2}$$

$$W = 0.32$$

6. Debit saluran

$$Q = A \times V$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m³/det)

A = Luas penampang (m²)

V = Volume air mengalir (m³)

Maka :

$$Q = 0.12 \times 0.37$$

$$Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.17: Kondisi eksisting saluran 2 drainase

No.	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
Dimensi Saluran				
1.	Bentuk			Persegi
2.	Konstruksi			Beton
3.	Lebar bawah	B	m	1.2
4.	Kedalaman air	H	m	0.2
5.	Freeboard	F	m	0.32
6.	Talud	M		-
7.	Lebar atas	B	m	1.2
8.	Dalam saluran total	H	m	1.25
9.	Slope	S		0.001
10.	Koefisien manning	N		0.015
11.	Luas penampang	A	m ²	0.12
12.	Keliling basah	P	m	1.6

13.	Jari - jari hidrolis	R	m	0.075
14.	Kecepatan aliran	V	m/det	0.37
15.	Debit saluran	Q _s	m ³ /det	0.044

Analisis Kapasitas Penampang Saluran Drainase 3 dapat dilihat pada tabel 4.15 untuk mendapatkan satuan dan ukuran pengukuran kapasitasnya

1. Luas penampang

$$A = b \times h$$

Dimana :

A = Luas penampang basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

maka :

$$A = 1.2 \times 0.2$$

$$\mathbf{A = 0.12 \, m^2}$$

2. Keliling basah

$$P = b + 2h$$

Dimana :

P = Keliling basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

Maka :

$$P = 1.2 + 2 \times 0.2$$

$$\mathbf{P = 1.6 \, m}$$

3. Jari - jari hidrolis

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

Dimana :

R = Jari-Jari Hidrolisis

A = Luas penampang basah saluran (m)

P = Keliling basah saluran (m)

Maka :

$$R = \frac{0.12}{1.6}$$

$$\mathbf{R = 0.075\ m}$$

4. Kecepatan aliran

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

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/det)

n = Koefisien kekasaran

R = Jari-jari hidrolis aliran (m²)

S = Kemiringan saluran

Maka :

$$V = \frac{1}{0.015} \times 0.075^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

$$\mathbf{V = 0.37\ m/det}$$

5. Tinggi jagaan (freeboard)

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

Dimana :

W = Jagaan saluran

h = Tinggi kedalaman air

Maka :

$$W = \sqrt{0.5 \times 0.2}$$

$$\mathbf{W = 0.32}$$

6. Debit saluran

$$Q = A \times V$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m³/det)

A = Luas penampang (m²)

V = Volume air mengalir (m³)

Maka :

$$Q = 0.12 \times 0.37$$

$$Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.18: Kondisi Eksisting Saluran 3 Drainase

No.	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
Dimensi Saluran				
1.	Bentuk			Persegi
2.	Konstruksi			Beton
3.	Lebar bawah	B	m	1.2
4.	Kedalaman air	H	m	0.2
5.	Freeboard	F	m	0.32
6.	Talud	M		-
7.	Lebar atas	B	m	1.2
8.	Dalam saluran total	H	m	1.25
9.	Slope	S		0.001
10.	Koefisien manning	N		0.015
11.	Luas penampang	A	m ²	0.12
12.	Keliling basah	P	m	1.6
13.	Jari - jari hidrolis	R	m	0.075
14.	Kecepatan aliran	V	m/det	0.37
15.	Debit saluran	Q _s	m ³ /det	0.044

Tabel 4.19: Hasil Evaluasi Debit Saluran Dengan Debit Rencana Saluran Drainase Periode Ulang 10 Tahun yang Ditinjau Pada Drainase Jalan Bunga Teratai

No.	Lokasi Saluran Drainase	Qp Rencana m ³ /det	Qmax m ³ /det	Keterangan
1.	Saluran Drainase 1	0.044	0.059	Tidak memenuhi
2.	Saluran Drainase 2	0.044	0.059	Tidak memenuhi
3.	Saluran Drainase 3	0.044	0.059	Tidak memenuhi

Berdasarkan hasil evaluasi perhitungan diatas untuk debit banjir rencana (Qp) periode ulang 10 tahun diperoleh bahwa saluran drainase di jalan bunga teratai tidak mampu menampung air dalam saluran. Maka perlu dilakukan perubahan dimensi penampang pada seluruh drainase tersebut sehingga saluran tersebut dapat menampung air dalam saluran, serta mampu menampung air hujan sehingga kawasan tersebut tidak banjir. Selain dilakukannya perubahan dimensi drainase, ada beberapa faktor lain yang menyebabkan banjir, yaitu adanya

sedimen yang menumpuk di dalam drainase, dan sampah dari warga sekitar di buang ke dalam drainase tersebut.

4.5. Pengaruh Air Terhadap Kondisi Aspal

Pengaruh air terhadap kondisi aspal dapat dibagi beberapa bagian diantaranya:

1. Kondisi genangan air
2. Kondisi kerusakan aspal

4.5.1. Kondisi Genangan Air

Kondisi genangan air dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 2 : Genangan air di Jalan Bunga Teratai



Gambar 4. 3 : Genangan air di Jalan Bunga Teratai

4.5.2. Kondisi Kerusakan Aspal

Kondisi kerusakan aspal dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

1. Butiran Lepas (Raveling)



Gambar 4. 4 :Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4. 5 : Kerusakan Jenis Butiran Lepas

2. Lubang (Potholes)



Gambar 4. 6 : Kerusakan Jenis Lubang

3. Retak pinggir (Edge Cracks)



Gambar 4. 7 : Kerusakan Jenis Retak Pinggir (Edge Cracks)

4. Tambalan (Patching dan Utility Cut Patching)



Gambar 4. 8 : Kerusakan Jenis Retak Pinggir

Setelah meninjau kerusakan pada jalan bunga Teratai kemudian kita dapat menghitung volume kerusakan serta persentase kerusakan pada jalan setiap stationer seperti berikut ini:

$$\text{Volume Kerusakan: } V = p \times l \times t \quad (4.16)$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kerusakan: } &= \frac{\text{Volume}}{\text{Total Volume}} \times 100\% \\ &= \frac{0,72}{1,59} \times 100\% = 45,28\% \end{aligned}$$

Tabel 4.20: Data Genangan Air Ruas pada Jalan Bunga Teratai

Stationer	Panjang genangan air (m)	Lebar rata - rata genangan (m)	Tinggi rata - rata genangan (m)	Volume genangan (m ³)	Persentase genangan (%)
0.000 - 0.0010	6	3	0.04	0.72	45.28
0.010 - 0.0020	5	3	0.03	0.45	28.30
0.020 - 0.0030	6	1.5	0.03	0.27	16.98
0.030 - 0.0040	1	1	0.03	0.03	1.89
0.040 - 0.0050	0	0	0	0	0
0.050 - 0.0060	0	0	0	0	0
0.060 - 0.0070	0	0	0	0	0
0.070 - 0.0080	0	0	0	0	0
0.090 - 0.0100	1	3	0.04	0.12	7.55
Jumlah	19	11.5	0.17	1.59	

Total Panjang genangan dari STA 0+000 - 0+100 yang diperoleh berdasarkan tabel 4.7 adalah 19 m.

4.5.3. Identifikasi Dampak Genangan Terhadap Kerusakan Jalan

Untuk tinjauan Lokasi kerusakan jalan yaitu pada ruas jalan bunga teratai dengan panjang yaitu 100 m. Survey pertama kali dimulai dari lajur pada dari bagian Selatan jalan pada patok kilometer 0+000 menuju bagian utara jalan sampai dengan patok kilometer 0+100

4.5.4. Penanganan Kerusakan

Berdasarkan kondisi perkerasan yang telah mengalami kerusakan akan lebih baik apabila segera dilakukan perbaikan, agar mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan tambahan. Metode perbaikan yang digunakan harus disesuaikan dengan jenis kerusakan yang terjadi sehingga diharapkan dapat meningkatkan kondisi pada perkerasan jalan tersebut.



Gambar 4. 9 : Lokasi penelitian di jalan bunga Teratai

4.5.5. Menentukan Uji Sampel

Unit sampel dibagi dalam beberapa unit untuk mempermudah pelaksanaan perhitungan dan pengolahan data. Jalan Bunga Teratai panjangnya 100 m. Ruas jalan dibagi kedalam 2 lajur dengan lebar masing lajur 1.5 m.

Tabel 4.21: Data ukuran unit sampel

Ruas Jalan		Ukuran Unit (m x m)		Jumlah Unit
Stationer jalan bunga Teratai	100	Panjang sampel (m)	30	3,33
(Km 0+000 s.d Km 0+100)				
Lebar masing - masing lajur (m)	1.5	p x l (m³)	80	
Lebar jalur (m)	3			

4.6.Menentukan Jumlah Maksimum Unit Sampel

Diperoleh unit sampel (N) = 3, standar deviasi (s) untuk perkerasan aspal adalah 10, serta nilai kesalahan yang diizinkan (e) adalah 5, kemudian didapat jumlah minimum unit sampel yang ditinjau dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{Ns_2}{\frac{e^2}{4}(N-1)+s^2} \quad (4.17)$$

$$n = \frac{3(10)^2}{\frac{5^2}{4}(3-1)+10^2}$$

$$n = 2.89$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh jumlah minimum unit sampel (n) yang diambil adalah 3 sampel, besarnya sampel yang ingin di tinjau tidak mewakili kondisi yang sebenarnya, dengan cukupnya waktu saat penelitian ini maka dapat ditinjau kerusakan yang terjadi di ruas jalan bunga teratai, untuk mendapat hasil yang lebih maksimal.

4.7.Pengukuran setiap jenis kerusakan

Pengukuran disetiap jenis kerusakan akan dilakukan pada seluruh unit sampel yang telah dibagi, dan untuk lokasi pengukuran ditampilkan pada lampiran 1: Data yang didapatkan akan dimasukan ke formulir yang sudah disiapkan. Setiap kerusakan akan diukur dimensinya sesuai dengan ketentuan. Berikut disajikan data hasil peninjauan setiap jenis kerusakan pada tiap unit sampel pada ruas jalan bunga teratai dengan panjang ruas jalan adalah 100 m. untuk lokasi pengukuran di tampilkan dalam table 4.19

Tabel 4.22: Pengukuran Lokasi Kerusakan

Nomor Sampel	Lokasi Sampel	Jarak
1	STA 0.00 s/d 030	30
2	STA 0.31 s/d 0.60	30
3	STA 0.61 s/d 0.90	30

Hasil peninjauan dari setiap jenis kerusakan pada setiap unit sample pada ruas Jalan Bunga Teratai dengan panjang ruas 100 m.

Tabel 4.23: Tabel Formulir Survey

No Unit	Butiran Lepas	Lubang	Tambalan	Retak Pinggir
1	18,81	2,96	55,64	0
2	0	0,63	6,51	2,88
3	10,12	9,56	51,86	0
Jumlah	28,93	13,15	114,86	2,88

Berikut ditampilkan presentase perbandingan kerusakan yang terjadi pada segmen ruas jalan tersebut :

Tabel 4.24: Persentase perbandingan kerusakan

No Unit	Jenis Kerusakan	Luas	% Kerusakan
1	Butiran lepas	28,93	18,10
2	Lubang	13,15	8,22
3	Tambalan	114,86	71,86
4	Retak pinggir	2,88	1,82
Jumlah Total Kerusakan		159,7	100

Dari 12 Unit sample yang ditinjau didapatkan jenis kerusakan yang paling umum terjadi, yaitu tambalan yaitu sebesar 71,86 %.

4.8.Menghitung Nilai Kerapatan (*Density*)

Menghitung nilai kerapatan adalah tahap awal yang dilakukan untuk perhitungan Pavement Condition Index (PCI) yang didasarkan pada hasil pengukuran untuk setiap jenis kerusakan yang terjadi di lapangan.

$$\text{DENSITY} = \frac{Ad}{As} \times 100\% \quad (4.18)$$

$$\text{DENS2TY} = \frac{Ld}{As} \times 100\% \quad (4.19)$$

Ld = Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m)

Ad = Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

As = Luas total unit sampel (m²)

Hasil analisa data setiap unit sampel dengan menggunakan rumus density dengan nilai As = 3 m x 100 = 300 m², seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 4.25: Pengolahan data nilai density unit 1

No.	Jenis Kerusakan	PCI (Pavement Condition Index)	Luas (m ²)	Kerusakan (%)	Density (%)
1.	Butiran lepas	L (Low)			
		M (Medium)			
		H (High)	18,81	18,10	6,27
2.	Lubang	L (Low)	2,96	8,22	0,96
		M (Medium)			
		H (High)			
3.	Tambalan	L (Low)			
		M (Medium)			
		H (High)	55,64	71,86	18,54
4.	Retak Pinggir	L (Low)		1,82	
		M (Medium)			
		H (High)			
	Jumlah		77,41	100	25,77

Tabel 4.26: Pengolahan data nilai density unit 2

No.	Jenis Kerusakan	PCI (Pavement Condition Index)	Luas (m ²)	Kerusakan (%)	Density (%)
1.	Butiran lepas	L (Low)			
		M (Medium)			
		H (High)		18,10	
2.	Lubang	L (Low)			
		M (Medium)	0,63	8,22	0,21
		H (High)			
3.	Tambalan	L (Low)			
		M (Medium)	6,51	71,86	2,17
		H (High)			
4.	Retak Pinggir	L (Low)			
		M (Medium)	2,88	1,82	0,96
		H (High)			
	Jumlah		10,02	100	3,34

Tabel 4.27: Pengolahan data nilai density unit 3

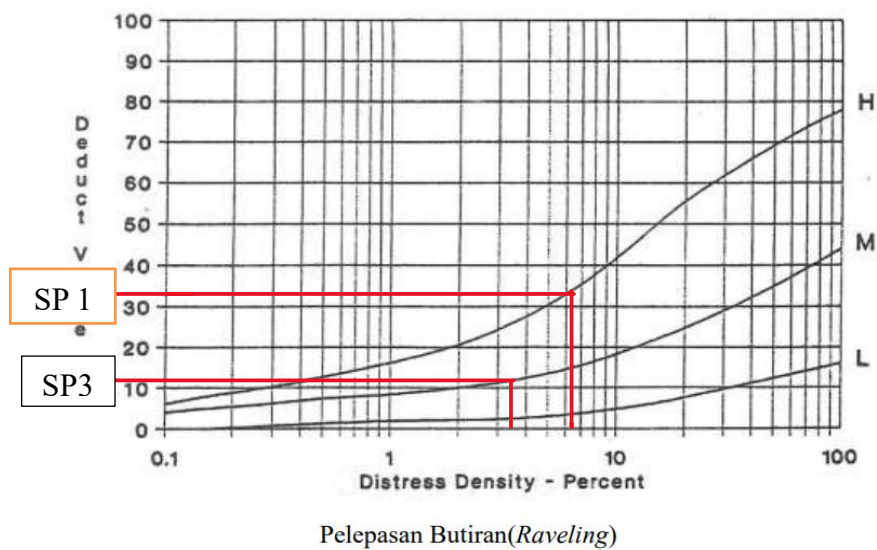
No.	Jenis Kerusakan	PCI (Pavement Condition Index)	Luas (m ²)	Kerusakan (%)	Density (%)
1.	Butiran lepas	L (Low)			
		M (Medium)	10,12	18,10	3,37
		H (High)			
2.	Lubang	L (Low)	9,56	8,22	3,18
		M (Medium)			
		H (High)			
3.	Tambalan	L (Low)			
		M (Medium)			
		H (High)	51,86	71,86	17,28
4.	Retak Pinggir	L (Low)			
		M (Medium)		1,82	
		H (High)			
	Jumlah		71,54	100	23,83

Tabel diatas merupakan hasil analisa data dari tiap unit sample dengan menggunakan rumus Densty.

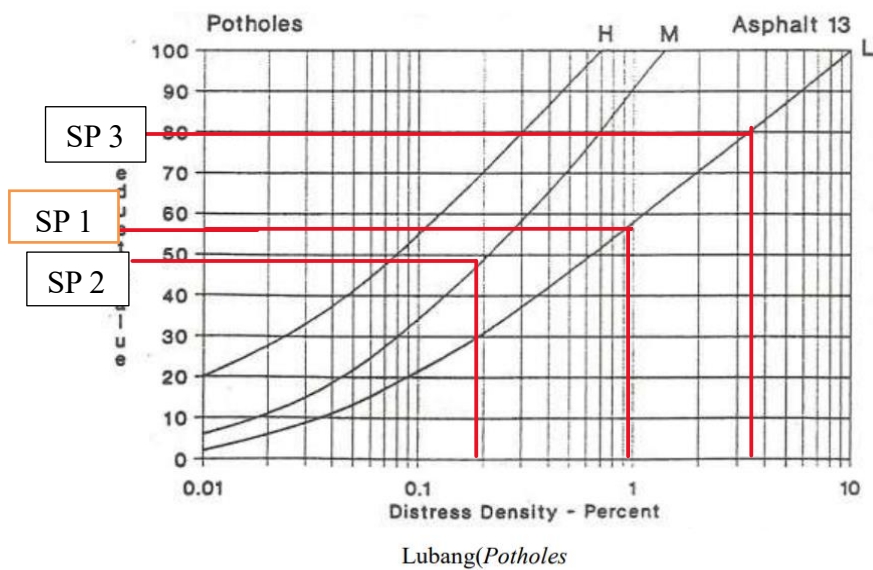
4.9. Menghitung Nilai Pengurang (Deduct Value)

Nilai pengurang atau deduct value didapatkan dengan menyesuaikan nilai density yang diperoleh kedalam grafik kerusakan masing - masing sesuai dengan tingkat kerusakannya.

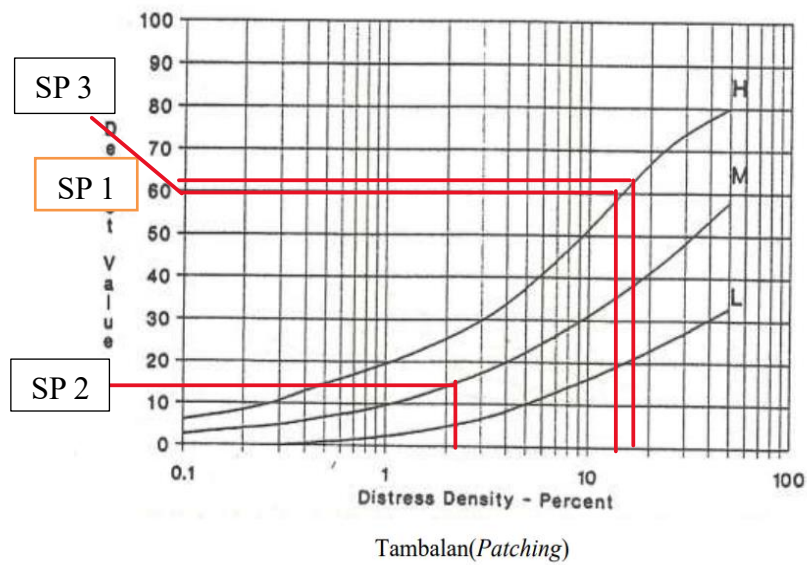
Berikuta ini adalah grafik perhitungan unit sampel :



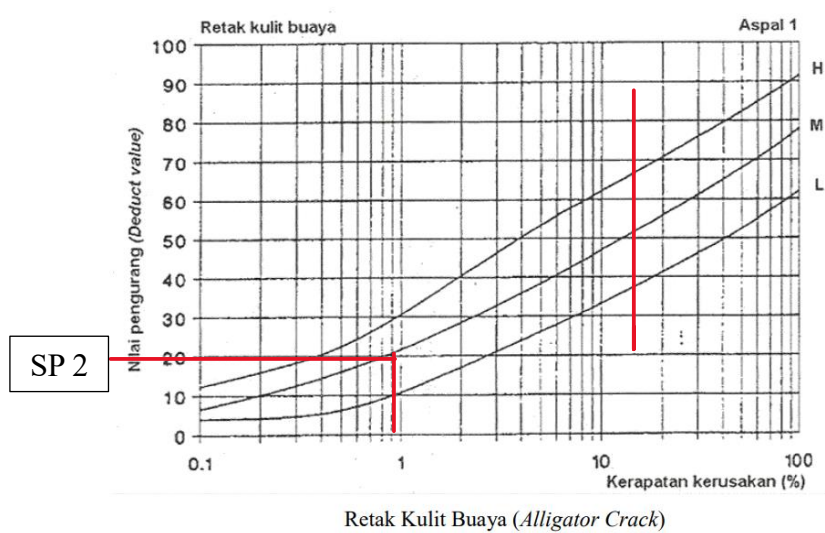
Gambar 4. 10 : Grafik Perhitungan Perlepasan Butir



Gambar 4. 11: Grafik Perhitungan Perlepasan Lubang



Gambar 4. 12 : Grafik Perhitungan Perlepasan Tambalan



Gambar 4. 13 : Grafik Perhitungan Retak Kulit Buaya

Tabel 4.28:Nilai Deduct Value untuk setiap unir sampel

Jenis kerusakan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Butiran Lepas	32	-	11
Lubang	58	49	80
Tambalan	61	12	60
Retak pinggir	-	20	-

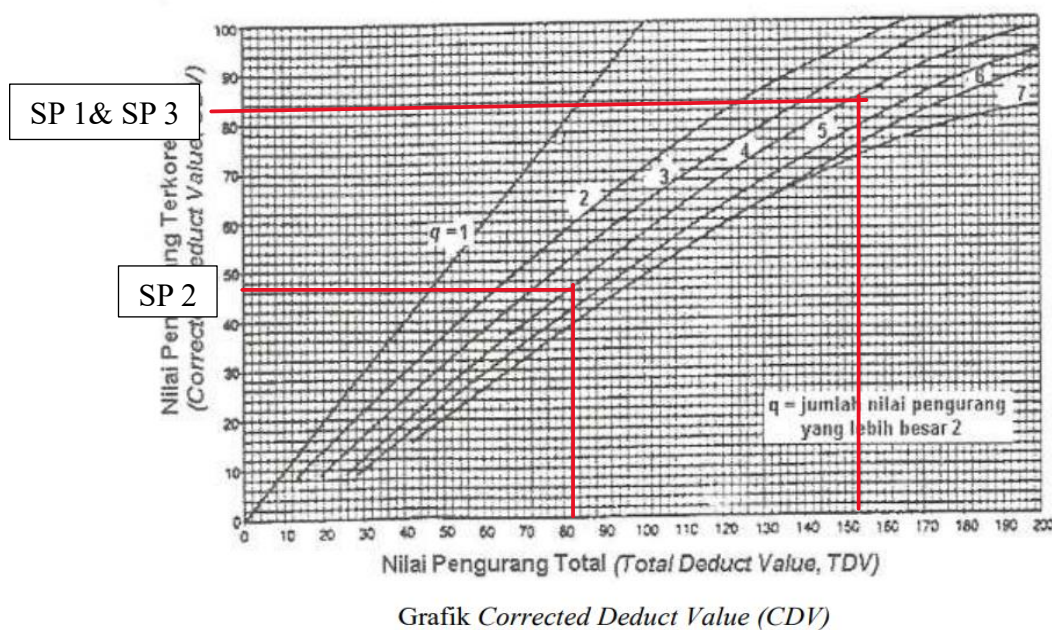
4.10. Menghitung total deduct value (TDV) untuk mendapatkan corrected deduct value

Seluruh nilai deduct value yang telah didapatkan dari jenis kerusakan kemudian dijumlahkan sehingga didapat nilai total deduct value (TDV). Data tersebut kemudian disajikan dalam tabel 4.29 :

Tabel 4.29: Total Deduct Value

No Unit Sampel	Total Deduct Value
Unit Sampel 1	151
Unit Sampel 2	81
Unit Sampel 3	151

Dari data nilai deduct value dilihat berapa banyak yang memiliki nilai diatas 2 untuk jalan dengan perkerasan permukaan aspal, yang nantinya disebut sebagai q. Nilai q tersebut nantinya dipasangkan dengan nilai pengurang atau total deduct value (TDV), sehingga diperoleh nilai pengurang terkoreksi atau corrected deduct value (CDV).



Gambar 4. 14 : Grafik hubungan antara CDV dengan TDV

Berikut ini adalah nilai CDV untuk setiap sampel :

Tabel 4.30: CDV Setiap Unit Sampel

No Unit Sampel	CDV
Unit Sampel 1	84
Unit Sampel 2	48
Unit Sampel 3	84

4.11. Menghitung Pavement Condition Index (PCI)

Nilai PCI didapatkan pada rumus :

$$PCIs = (100 - CDV) \quad (4.20)$$

$$\begin{aligned} 1. \text{ PCI sampel 1} &= 100 - CDV \\ &= 100 - 84 \\ &= 16 \end{aligned}$$

Dimana dalam standart PCI nilai 16 adalah Sangat Jelek (*Very Poor*)

$$\begin{aligned} 2. \text{ PCI sampel 1} &= 100 - CDV \\ &= 100 - 48 \\ &= 52 \end{aligned}$$

Dimana dalam standart PCI nilai 52 adalah Rata-rata (*Fair*)

$$\begin{aligned} 3. \text{ PCI sampel 1} &= 100 - CDV \\ &= 100 - 84 \\ &= 16 \end{aligned}$$

Dimana dalam standart PCI nilai 16 adalah Sangat Jelek (*Very Poor*)

Jadi rata-rata dari hasil perhitungan PCI di atas adalah : 28 Jelek (*poor*)

4.12. Menentukan Kondisi Perkerasan

Dari nilai PCI yang didapatkan kemudian diplotkan kedalam diagram nilai PCI sehingga didapatkan ketegori kondisi perkerasan pada ruas Jalan Bunga Teratai.

Standart Rating PCI menurut (Rifqi & Fitriani, 2020).

PCI	Rating	Colour
85-100	<i>Excellent</i> (sempurna)	<i>Dark Green</i> (hijau tua)
70-85	<i>Very Good</i> (sangat baik)	<i>Light Green</i> (hijau muda)
55-70	<i>Good</i> (baik)	<i>Yellow</i> (kuning)
40-55	<i>Fair</i> (rata-rata)	<i>Light Red</i> (merah terang)
25-40	<i>Poor</i> (jelek)	<i>Medium Red</i> (merah sedang)
10-25	<i>Very Poor</i> (sangat jelek)	<i>Dark Red</i> (merah gelap)
00-10	<i>Failed</i> (gagal)	<i>Dark Grey</i> (abu-abu gelap)

Gambar 4. 15 : Standart Rating PCI

Tingkat kondisi perkerasan untuk Jalan Bunga Teratai, dengan nilai PCI = 28 adalah “ *Poor* ”, hal ini menunjukkan bahwa secara umum kondisi perkerasan ruas Jalan Bunga Teratai dalam kondisi yang Rusak.

Kemudian untuk genangan air yang terjadi di daerah jalan bunga teratai, karena jalur air menuju saluran drainase (street in let) tidak ada dan walaupun sudah dibuat saluran tetap saja terlambat.



Gambar 4. 16 : Saluran street inlet buatan yang tersumbat

4.13. Penanganan Kerusakan

Melihat kondisi perkerasan yang telah mengalami kerusakan sebaiknya segera dilakukan perbaikan. Metode perbaikan yang digunakan harus disesuaikan dengan jenis kerusakannya sehingga diharapkan dapat meningkatkan kondisi perkerasan jalan tersebut. Metode perbaikan menurut jenis kerusakan yang terjadi pada masing-masing unit penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.31:Penanganan Kerusakan Jalan.

No	Jenis Kerusakan	Usulan Perbaikan
1	Butiran Lepas	Penutup permukaan, lapisan tambahan, recycle, rekonstruksi
2	Lubang	Penambalan parsial
3	Tambalan	Tambalan dibongkar
4	Retak pinggir	Penutup retak, dan penambahan parsial

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.Kesimpulan

1. Distribusi yang didapat dan gunakan untuk menentukan curah hujan dan debit banjir rencana dalam penelitian tugas akhir ini berdasarkan kriteria adalah distribusi gumbell.
2. Berdasarkan hasil yang didapat bahwa $Q_{max} > Q_p$, yaitu eksisting saluran tidak mampu untuk menampung dan menahan debit maksimum yang terjadi pada saluran. Nilai Q_p rencana yaitu 0.044 m³/det, sedangkan untuk nilai Q_{max} yaitu 0,059 m³/det yang artinya hasil tidak memenuhi debit rencana.
3. Dari nilai Pavement Condition Index (PCI), tingkat kondisi aspal yang ada pada jalan Bunga Teratai yaitu berada pada angka 28. Berdasarkan nilainya didapat bahwa kondisi jalan tersebut dalam kondisi “*Poor*” atau Jelek.

5.2.Saran

Berdasarkan hasil penelitian “Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap Kerusakan Pada Aspal” dapat diuraikan saran sebagai berikut:

1. Memperbaiki serta membersihkan lubang/bukaan di sisi jalan (street inlet) agar limpasan air hujan dapat dialirkan ke saluran drainase dengan maksimal.
2. Perlunya membuat tempat khusus pembuangan sampah serta kesadaran penduduk sekitar untuk mencegah dibuangnya sampah ke saluran drainase.
3. Perlunya diadakan studi lanjutan mengenai kondisi eksisting agar debit maksimum dapat ditampung dan dialirkan, serta genangan banjir dapat di tanggani dengan maksimal, sehingga memberikan penanganan yang tepat dalam penanganan masalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Beser, K., Putih, K., Wadas, K., Beser, K., & Putih, K. (2018). *Evaluasi kinerja sistem drainase perkotaan di wilayah purwokerto*. XIII(1), 53–65.
- Dwiati, T., Handayani, D., & Ningsih, U. (2010). *Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir*. XV(1), 41–51.
- Fairizi, D. (2015). *PALEMBANG*. 3(1).
- Kartika, Ni komang Sri I, Wayan Muliawan A.A,&Sagung Dewi Rahadiani. (2018). Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat Evaluation Drainage Channel Function Against Road Condition Gunung Rinjani in Denpasar Barat District Area. *WICAKSANA Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 2(1), 17–24.
- Lukman, A. (2018). Evaluasi Sistem Drainase di Kecamatan Helvetia Kota Medan. *Cetak) Buletin Utama Teknik*, 13(2), 1410–4520. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/287>
- Pudyastuti, P. S., & Musthofa, R. A. (2020). Analisa Distribusi Curah Hujan Harian Maksimum di Stasiun Pengukur Hujan Terpilih di Wilayah Klaten Periode 2008-2018. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 13(1), 10–15. <https://doi.org/10.23917/dts.v13i1.11589>
- Rifqi, M., & Fitriani, H. (2020). Identifikasi Kerusakan Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Soekarno – Hatta, Palembang. *Jurnal Saintis*, 20(01), 19–26. [https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20\(01\).4072](https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20(01).4072)
- Saidah, H. (2021). *Drainase Perkotaan*. June 2023.
- Salsabila, U. (2021). *Pengelolaan_Sistem_Drainase_Oleh_Dinas_P*.
- Sinaga, R. M., & Harahap, R. (2016). *Pada Jalan Perjuangan Medan*. 2, 41–49.
- Tarigan, L. A., Diaztro, T. M., Herliana, W., Rambe, D., Aripaga, W. A., Astuti, S., Manalu, R., Matematika, F., Fisika, P. S., Medan, U. N., William, J., Ps, I., Baru, K., Percut, K., Tuan, S., Serdang, K. D., & Utara, S. (2024). *Analisis Dampak Dari Kerusakan pada Jalan Perhubungan , Tembung , Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang*. 1.
- Taufik, M., Setiawan, A., & Prasetyo, I. (2020). *Analisis Sistem Drainase Untuk Mengatasi Banjir*. 4, 17–24.
- Warmadewa, U. (2019). *Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi*. 8, 44–50.
- Yamali, F. R., Syakban, A., & Sugianto, E. (2019). *Analisis Sistem Drainase*

Untuk Menanggulangi Banjir pada Kecamatan Jambi Timur. 4(April), 10–21.

Yusman, A. S. (2018). Curah Hujan dan Analisa Frekwensi Banjir Kota Padang. *UNES Journal of Scientech Research (JSR)*, 3(1), 59–67.

Rozaqi Ahmad. (2018). “Pola Jaringan Drainase” (Online), <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html> Diakses tanggal 19 maret 2024

LAMPIRAN



Gambar Lampiran 1 : Survey Data Primer



Gambar Lampiran 2 : Survey Data Primer



Gambar Lampiran 3 :Survey Data Primer



Gambar Lampiran 4 :Survey Data Primer



Gambar Lampiran 5 : Survey Data Primer



Gambar Lampiran 6 : Survey Data Primer



Gambar Lampiran 7 : Survey Data Primer



Gambar Lampiran 8 : Survey Data Primer



Gambar Lampiran 9 : Survey Data Primer

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap	: Iwan Al Azhar Cibro
Tempat,Tanggal Lahir	: Tuntung Batu, 03 Oktober 2001
Jenis Kelami	: Laki-Laki
Agama	: Islam
Alamat	: Jl. Halat No.75E, Kota Matsum II.
Nomor Hp	: 085760580681
Nama Ayah	: Nazaruddin Cibro
Nama Ibu	: Lusiana Sirait
E-mail	: iwancibro38@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

NIM	: 2007210190
-----	--------------

Program Stud : Teknik Sipil
Fakultas :Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl.Kapten ,Mukhtar Basri No.3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SD 030392 Parongil
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 1 Silima Punga-Punga
Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 1 Silima Punga-Punga