

TUGAS AKHIR

**ANALISA DRAINASE SERTA PENGARUHNYA
TERHADAP KERUSAKAN PADA ASPAL
STUDI KASUS SALURAN DRAINASE PADA JALAN AMPERA
DIBELAKANG KAMPUS UMSU**

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

Disusun Oleh:

SYAHID MUAMMAR ALHAKIM NASUTION

1707210128



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2022



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Syahid Muammar Alhakim Nasution
NPM : 1707210128
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap
Kerusakan Pada Aspal Studi Kasus Saluran
Drainase Pada Jalan Ampera Dibelakang Kampus
Umsu
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 5 Februari 2022

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Rumilla Harahap, M.T., IPM.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

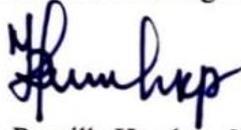
Nama : Syahid Muammar Alhakim Nasution
Npm : 1707210128
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap
Kerusakan Pada Aspal Studi Kasus Saluran
Drainase Pada Jalan Ampera Dibelakang Kampus
UMSU
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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.

Medan, 5 Februari 2022

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing/Penguji



Dr. Ir. Rumilla Harahap, M.T., IPM.

Dosen Pembanding I/Penguji



Wiwin Nurzanah, S.T, M.T

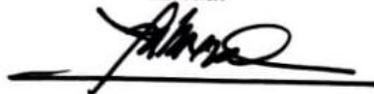
Dosen Pembanding II/Penguji



Rizki Efrida, S.T, M.T

Program Studi Teknik Sipil

Ketua:



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Syahid Muammar Alhakim Nasution
Tempat/Tanggal Lahir : Padangsidempuan, 26-Mei-1999
Npm : 1707210128
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil

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

“Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap Kerusakan Pada Aspal Studi Kasus Saluran Drainase Pada Jalan Ampera Dibelakang Kampus UMSU ”.

Bukan merupakan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hunungan material dan non material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dan kenyataannya saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 5 Februari 2022

Yang menyatakan,

Syahid Muammar Alhakim Nasution

ABSTRAK

ANALISA DRAINASE SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KERUSAKAN PADA ASPAL STUDI KASUS SALURAN DRAINASE PADA JALAN AMPERA DIBELAKANG KAMPUS UMSU

Syahid Muammar Alhakim Nasution

1707210128

Dr. Ir. Rumilla Harahap, M.T., IPM.

Ketidakmampuan aliran drainase untuk menampung debit air maksimum yang masuk menjadi salah satu penyebab kerusakan pada perkerasan jalan pada jalan Ampera. Hal ini perlu ditinjau, dikarenakan ketidakmampuannya menampung debit air serta tidak adanya *street inlet* menyebabkan air tergenang di permukaan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan saluran dalam menerima debit yang masuk, serta mengetahui pengaruh genangan air terhadap perkerasan aspal pada jalan Ampera. Sehingga dapat diketahui kemampuan drainase dan kerusakan jalan yang terjadi. metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rasional. Metode Rasional merupakan pemodelan hidrologi sederhana yang sering digunakan untuk mengestimasi debit puncak. Dan upaya yang dilakukan untuk mengidentifikasi kesehatan suatu daerah aliran adalah monitoring kejadian banjir melalui informasi debit puncak. Informasi tersebut dapat diperoleh melalui pembacaan tinggi muka air pada waktu tertentu. Penelitian ini dilakukan di ruas jalan Ampera dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dengan menggunakan distribusi Gumbell Kemudian didapat bahwa hasil $Q_p < Q_{maks}$ pada saluran, dengan nilai $Q_p = 0.044 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $Q_{maks} = 0,059 \text{ m}^3/\text{det}$. Dengan hasil tersebut menunjukkan debit maksimum tidak dapat ditampung oleh drainase. Kerusakan jalan yang terjadi di jalan Ampera didapat nilai PCI = 88, yaitu “*excellent*”. Hal ini terjadi karena ternyata sudah dilakukannya peningkatan jalan disaat melakukan penelitian.

Kata kunci: drainase, debit air, kerusakan jalan.

ABSTRACT

DRAINAGE ANALYSIS AND THEIR EFFECT AGAINST DAMAGE TO ASPHALT CASE STUDY OF DRAINAGE CHANNEL ON AMPERA ROAD BEHIND THE UMSU CAMPUS

Syahid Muammar Alhakim Nasution

1707210128

Dr. Ir. Rumilla Harahap, M.T., IPM.

The inability of the drainage channel to accommodate the maximum incoming discharge of water is one of the causes of damage to the pavement on the Ampera road. This needs to be reviewed, due to its inability to accommodate discharge of water and the absence of a street inlet causing water to stagnate on the road surface. The purpose of this study was to determine the ability of the channel to accept an entry discharge, and to determine the effect of puddle on asphalt pavement on Ampera road. So that it can be known the ability of drainage and road damage that occurs. the method used in this research is the rational method. The Rational Method is a simple hydrological modeling that is often used to estimate peak discharge. And the effort made to identify the health of a watershed is 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 the Ampera road behind the Muhammadiyah University of North Sumatera. By using the Gumbell distribution, it is found that the results of $Q_p < Q_{max}$ on the channel, with a value of $Q_p = 0.044 \text{ m}^3/\text{s}$ and $Q_{max} = 0.059 \text{ m}^3/\text{s}$. These results indicate that the maximum discharge cannot be accommodated by drainage. The road breakdown that occurred on Ampera road obtained a PCI value = 88, which is "excellent". This happened because it turned out that road is in an improvements had been made when doing a research.

Keywords: drainage, discharge of water, road breakdown.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan kepada kita khususnya penulis, serta shalawat dan berangkaikan salam kehadiran Nabi kita Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan syafaatnya di hari akhir nanti, sampai saat ini penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dengan judul “Analisa Drainase Serta Pengaruhnya Terhadap Kerusakan Pada Aspal Studi Kasus Saluran Drainase Pada Jalan Ampera Dibelakang Kampus UMSU”.

Penulis menyadari, bahwa sesungguhnya penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan nasehat serta pengarahan dari berbagai pihak, untuk itu dengan segala kerendahan hati, yang tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terima kasih semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Rumilla Harahap, M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing Proposal yang telah memberikan bimbingan dan memberi arahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal.
2. Ibu Wiwin Nurzanah, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida S.T., M.T., Selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Dosen di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan segala ilmu pengetahuan dan pengalaman kepada peneliti baik selama masa pelaksanaan maupun dalam penyusunan proposal ini.
9. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teristimewah kepada kedua orangtua saya Ayahanda Abd. Rahim Nasution dan Ibunda Alm. Nurhamdah Lubis terima kasih yang telah tulus mendoakan dan memberikan dorongan moral ataupun material yang tiada henti-hentinya.
11. Kepada keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayang dan selalu memberikan dukungan..
12. Rekan-rekan seperjuangan terutama Aidilia Tri Ananda Nasution, Ferdian Dinni, Muhammad Mulyadhi dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang banyak bagi berbagai pihak terkhusus bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 5 Februari 2022

Penulis

Syahid Muammar Alhakim Nasution

1707210128

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Drainase	5
2.1.1. Jenis-jenis Drainase	6
2.1.2. Fungsi Drainase	7
2.1.3. Pola Jaringan Drainase	7
2.2 Pengaruh Genangan Air Terhadap Aspal	10
2.2.1 Kondisi Kerusakan Jalan	11
2.2.2 Kondisi Genangan Air	11
2.2.3 Daya Rusak Genangan Terhadap Kerusakan Jalan	11
2.2.4. Jenis – jenis Kerusakan	12
2.2.5 Alternatif penanganan perbaikan jalan yang rusak akibat genangan air	18
2.2.6 Penilaian Kondisi Perkerasan	19
2.2.7 Menghitung Nilai Pavement Condition Index (PCI)	19

2.3 Analisa Data Hidrologi Dan Hidrolika	22
2.3.1 Analisis Hidrologi	22
2.3.2 Analisis Hidrolika	24
2.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	27
2.5 Waktu Konsentrasi (Tc)	33
2.6 Analisis Intensitas Curah Hujan	34
2.7 Koefisien Limpasan (Runoff)	34
2.8 Luas Daerah Pengaliran (A)	35
2.9 Analisa Debit Rencana	36
2.10 Debit Banjir Rencana	37
2.11 Memperkirakan Laju Aliran Puncak Dengan Metode Rasional	37
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1. Bagan Alir Penelitian	39
3.2. Lokasi Penelitian	40
3.3. Pelaksanaan Penelitian	40
3.4. Pengambilan Data	40
3.5. Prosedur Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Analisis Data	42
4.2 Analisis Hidrologi	44
4.2.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	44
4.3 Analisis Hidrolika	54
4.4 Pengaruh Air Terhadap Kondisi Aspal	63
4.4.1 Kondisi Genangan Air	63
4.4.2 Kondisi Kerusakan Aspal	63
4.4.3 Identifikasi Dampak Genangan Terhadap Kerusakan jalan .	69
4.4.4 Penanganan Kerusakan	69
4.5. Menentukan Unit Sampel	69
4.6. Menentukan Jumlah Minimum Unit Sampel	70
4.7. Pengukuran Setiap Jenis Kerusakan	70
4.8. Menghitung Nilai Kerapatan (Density)	72
4.9. Menghitung Nilai Pengurang (Deduct Value)	73

4.10. Menghitung Total Deduct Value Untuk Mendapatkan Corrected Deduct Value.	75
4.11. Menghitung Pavement Condition Index (PCI)	76
4.12. Menentukan Kondisi Perkerasan	76
4.13. Penanganan Kerusakan	78
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	83
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola Jaringan Drainase Siku	8
Gambar 2.2	Pola Jaringan Drainase Paralel	8
Gambar 2.3	Pola Jaringan Drainase Grid Iron	8
Gambar 2.4	Pola Jaringan Drainase Alamiah	9
Gambar 2.5	Pola Jaringan Drainase Radial	9
Gambar 2.6	Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring	9
Gambar 2.7	Grafik Deduct Value untuk Ravelling	20
Gambar 2.8	Grafik Deduct Value untuk Patching	20
Gambar 2.9	Grafik Deduct Value untuk Edge Crack	21
Gambar 2.10	Grafik hubungan antara TDV dengan CDV	22
Gambar 2.11	Diagram Nilai PCI	22
Gambar 3.1	Bagan Alur Penelitian	39
Gambar 3.2	Lokasi Penelitian	40
Gambar 4.1	Grafik Curah Hujan Maksimum dan Periode Ulang	54
Gambar 4.2	Genangan air di jalan Ampera	64
Gambar 4.3	Genangan air di jalan Ampera	64
Gambar 4.4	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	64
Gambar 4.5	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	65
Gambar 4.6	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	65
Gambar 4.7	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	65
Gambar 4.8	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	65
Gambar 4.9	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	66
Gambar 4.10	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	66
Gambar 4.11	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	66
Gambar 4.12	Kerusakan Jenis Butiran Lepas	66
Gambar 4.13	Kerusakan Jenis Lubang	67
Gambar 4.14	Kerusakan Jenis Tambalan	67
Gambar 4.15	Kerusakan Jenis Tambalan	67
Gambar 4.16	Kerusakan Jenis Tambalan	68
Gambar 4.17	Kerusakan Jenis Retak Pinggir	68

Gambar 4.18	Kerusakan Jenis Retak Pinggir	68
Gambar 4.19	Lokasi penelitian di jalan Ampera	70
Gambar 4.20	Grafik nilai deduct value Raveling	74
Gambar 4.21	Grafik nilai deduct value Patching	75
Gambar 4.22	Grafik nilai deduct value Edge Crack	75
Gambar 4.23	Grafik hubungan antara CDV dengan TDV	77
Gambar 4.24	Diagram nilai PCI	78
Gambar 4.25	Hasil pengaspalan jalan Ampera	78
Gambar 4.26	saluran <i>street inlet</i> buatan yang tersumbat	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Harga N (Angka Kekasaran Manning)	27
Tabel 2.2	Parameter Statistik Yang Penting	30
Tabel 2.3	Nilai Variabel Reduksi Gauss	30
Tabel 2.4	Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III	32
Tabel 2.5	Reduced Mean, Y_n	33
Tabel 2.6	Reduced Standard Deviation, S_n	33
Tabel 2.7	Reduksi Variat (YTR)	36
Tabel 2.8	Koefisien Pengalihan (C)	38
Tabel 4.1	Data Curah Hujan Maksimum	44
Tabel 4.2	Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Normal	45
Tabel 4.3	Analisa Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi Normal	47
Tabel 4.4	Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Normal	47
Tabel 4.5	Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Normal	49
Tabel 4.6	Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Pearson III	50
Tabel 4.7	Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Person III	51
Tabel 4.8	Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Gumbel	52
Tabel 4.9	Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Gumbel	54
Tabel 4.10	Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum	54
Tabel 4.11	Data Hidrolika Penampang Saluran 1 Drainase	55
Tabel 4.12	Data Hidrolika Penampang Saluran 2 Drainase	57
Tabel 4.13	Data Hidrolika Penampang Saluran 3 Drainase	58
Tabel 4.14	Kondisi Eksisting Saluran 1 Drainase	59
Tabel 4.15	Kondisi Eksisting Saluran 2 Drainase	61
Tabel 4.16	Kondisi Eksisting Saluran 3 Drainase	62
Tabel 4.17	Hasil Evaluasi Debit Saluran Dengan Debit Rencana Saluran Drainase Periode Ulang 10 Tahun	64
Tabel 4.18	Data Genangan Air Ruas Jalan Ampera	70
Tabel 4.19	Data Ukuran Unit Sampel	71
Tabel 4.20	Persentase Perbandingan Kerusakan	72
Tabel 4.21	Pengolahan Data Nilai Density	74

Tabel 4.22 Total Deduct Value	77
Tabel 4.23 Penanganan Kerusakan Jalan	80

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
- Y_t = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun
- Y = Nilai rata-rata hitungan variat
- X = Harga rata-rata sampel
- 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 (Km^2)
- Q = Debit maksimum (m/det^3)
- 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
- B = Lebar bawah
- h = Kedalaman air
- F = Freeboard
- b = Lebar atas

H = Dalam saluran total

N = Koefisien manning

Qs = Debit saluran

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang Masalah

Drainase adalah suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini memiliki peran yang sangat penting dalam membangun lingkungan yang sehat, terutama di daerah padat penduduk seperti perkotaan. Drainase juga berarti salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai suatu sistem untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota atau perencanaan infrastruktur. Secara umum drainase diartikan sebagai rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu daerah atau lahan, sehingga lahan tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal.

Drainase di jalan Ampera perlu dianalisa ulang karena drainase ini belum pernah diperbaiki atau dibangun kembali, dan perlu ditinjau ulang karena drainase ini dekat dengan perumahan warga dan dekat dengan rel kereta api. Hal ini sangat merugikan jika terjadi luapan air oleh drainase untuk perumahan warga sekitar, rel kereta api dan tentunya sangat merugikan pengguna jalan karena dapat menyebabkan kerusakan aspal.

Banjir sering terjadi di daerah-daerah tertentu di perkotaan, seperti kota Medan saat musim hujan. Banjir di kawasan pemukiman masih terjadi di banyak kota, seperti Jalan Ampera, Medan Timur. Genangan tidak hanya bisa dialami oleh tempat-tempat yang berada di dataran tinggi. Banjir atau genangan di suatu tempat terjadi jika sistem yang berfungsi menampung genangan tidak mampu menampung debit yang mengalir. Apabila suatu drainase 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.

Untuk mengatasi masalah genangan, diperlukan jaringan drainase yang memadai yang direncanakan secara rinci dan menyeluruh, sinkron menggunakan konsep perlindungan air. Konsep dalam pengembangan konservasi air meliputi

pembangunan sumur resapan, pembangunan kolam retensi dan rehabilitasi kanal. Untuk merencanakan pembangunan kolam retensi diperlukan analisis hidrologi. Untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana. Kemudian data curah hujan diperlukan untuk perencanaan penggunaan air dan desain struktur air adalah curah hujan rata-rata di seluruh wilayah yang bersangkutan, (Sosrodarsono, 1993).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan serta pengamatan, maka dapat diambil rumusan masalah berdasarkan sebagai berikut:

1. Apa distribusi yang tepat untuk menentukan curah hujan dan debit banjir rencana pada lokasi penelitian?
2. Berapa intensitas curah hujan dan debit banjir rencana pada lokasi penelitian?
3. Apakah saluran mampu menampung debit banjir untuk Q 10 tahun?
4. Bagaimana pengaruh air luapan drainase serta kerusakannya terhadap aspal pada jalan Ampera?
5. Bagaimana kondisi aspal pada jalan Ampera, Medan Timur?

1.3 Ruang Lingkup

Berdasarkan uraian dari latar belakang tersebut ruang lingkup pembahasan tugas akhir ini dibatasi pada:

1. Wilayah yang akan dianalisa adalah saluran yang terletak pada jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Perhitungan berupa debit banjir rencana periode 10 tahun pada saluran drainase.
3. Pengaruh dan kerusakan aspal terhadap adanya luapan air terhadap aspal.
4. Mengetahui kondisi aspal yang terjadi pada jalan Ampera, Medan Timur.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui distribusi yang tepat untuk curah hujan dan debit banjir rencana.
2. Mengetahui intensitas curah hujan serta debit banjir rencana pada saluran.
3. Mengetahui kemampuan saluran drainase untuk Q 10 tahun.
4. Mengetahui pengaruh air luapan drainase terhadap aspal.
5. Mengetahui kondisi aspal pada jalan ampera, medan timur.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja dari drainase pada kawasan jalan Ampera
2. Menambah wawasan ilmu dalam hal hidrologi
3. Mengetahui adanya pengaruh dari luapan air terhadap aspal
4. Dapat mengaplikasikan ilmu yang didapat dari kampus

1.6 Sistematika Pembahasan

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini diperlukan 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:

1. BAB 1. PENDAHULUAN

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

2. BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini diuraikan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian agar dapat memberikan gambar model dan metode analisis yang akan digunakan dalam menganalisa masalah.

3. BAB 3. METODE PENELITIAN

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

4. BAB 4. ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang penyusunan dan pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi wilayah di kawasan area drainase.

5. 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. Drainase

Drainase diartikan sebagai sebuah ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalihkan air yang berlebih dalam suatu konteks pemanfaat tertentu, Azwaruddin dalam Ni komang Sri Kartika, dkk (2018). Sedangkan menurut Anisah Lukman (2018), Drainase adalah fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan komponen penting dalam perencanaan kota, khususnya seperti perencanaan infrastruktur.

Secara umum, drainase adalah serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga dapat berfungsi secara optimal. Diurut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*convenyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang system drainase sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, jembatan (*aqueduct*), talang dan saluran miring atau got miring, Suripin dalam Ni Komang Sri Kartika, dkk (2018).

Drainase perkotaan adalah sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan tidak terganggu, Surupin dalam Rosinta M Sinaga dan Rumilla harahap (2016). Sedangkan menurut Maryono dalam Faradillah Saves (2018), pada daerah perkotaan konsep drainase konvensional atau drainase ramah lingkungan sering dilakukan, dimana dalam konsep drainase konvensional seluruh air hujan yang jatuh disuatu wilayah harus secepat-cepatnya dibuang kesungai dan seterusnya mengalir kelaut.

Menurut Anisah 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.

2.1.1 Jenis-jenis Drainase

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

a. menurut sejarah terbentuknya

1. 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 bagus akan membantukan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerah-daerah rendah yang tertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.

2. Drainase buatan

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

b. Drainase menurut konstruksinya

1) 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 atau mengganggu Lingkungan.

2) Saluran tertutup

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

3. Drainase menurut sistem buangnya

1) Sistem terpisah (*Separate Sistem*)

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

2) Sistem tercampur (*Combined Sistem*)

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

3) kombinasi (*Pascudo Separate Sistem*)

Merupakan perpaduan anatara saluran air buangan dan saluran air buangan dan saluran air hujan dimna pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan, sedangkan air hujan berfungsi sebagai pengenceran penggelontor. Kedua saluran ini tidak bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpindahan interceptor.

2.1.2 Fungsi Drainase

Menurut Moduto dalam Dimitri 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 mempunyai fungsi sebagai berikut, Hadirhardjaja dalamai Rosinta M Sinaga, Rumilla Harahap:

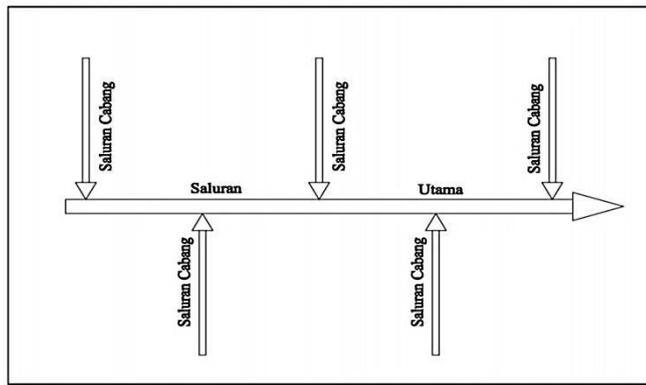
- a. Untuk mengalirkan genangan air atau banjir ataupun air hujan dengan cepat dari permukaan jalan
- b. Untuk mencengah aliran air yang berasal dari daerah lain atau daerah di sekitar jalan yang masuk ke daerah perkerasan jalan.

2.1.3 Pola Jaringan Drainase

Beberapa pola jaringan drainase menurut, Rozaqi Ahmad (2018):

a. Jaringan Drainase Siku

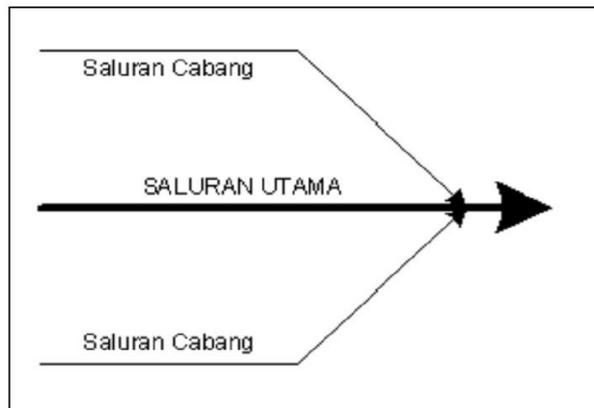
Jaringan yang dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan sungai di sekitarnya. Sungai tersebut nantinya akan dijadikan sebagai pembuangan utama atau pembuangan akhir.



Gambar 2.1: Pola Jaringan Drainase Siku (Sukarto, 1999)

b. Jaringan Drainase Paralel

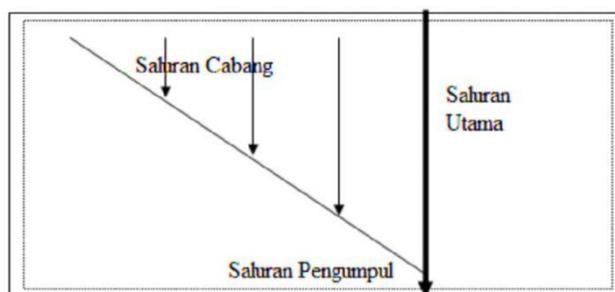
Jaringan yang memiliki saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Biasanya memiliki jumlah cabang yang cukup banyak dan pendek pendek. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran akan menyesuaikan.



Gambar 2.2: Pola Jaringan Drainase Paralel (Rozaqi Ahmad, 2018)

c. Drainase *Grid Iron*

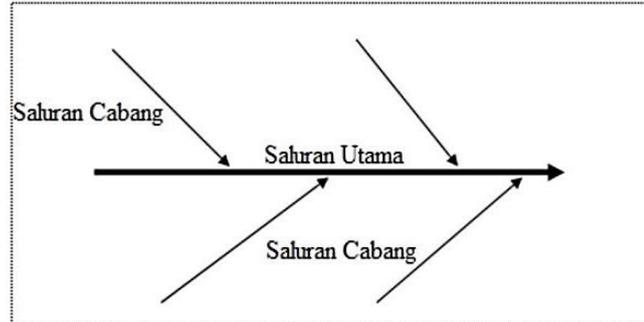
Jaringan ini diperuntukkan untuk daerah pinggir kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama.



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

d. Jaringan Drainase Alamiah

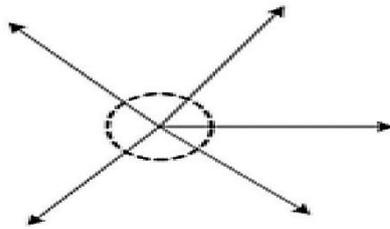
Seperti jaringan drainase siku, hanya saja pada pola alamiah ini beban sungainya lebih besar.



Gambar 2.4: Pola Jaringan Drainase Alamiah (Rozaqi Ahmad, 2018)

e. Jaringan Drainase Radial

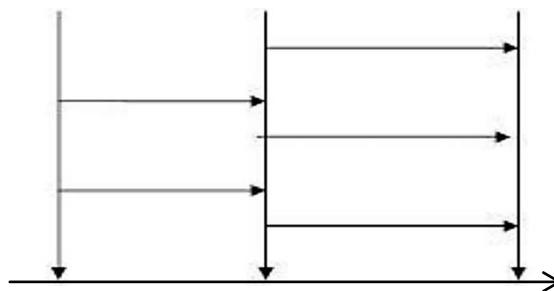
Jaringan ini memiliki pola menyebarkan aliran pada pusat saluran menuju luar.



Gambar 2.5: Pola Jaringan Drainase Radial (Rozaqi Ahmad, 2018)

f. 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)

2.2 Pengaruh Genangan Air Terhadap Aspal

Genangan air dapat menyebabkan kerusakan jalan karena air dapat melonggarkan ikatan antara agregat dan aspal. Menurut Nurhudayah (2009) genangan air yang meresap ke dalam perkerasan jalan dapat menyebabkan keretakan pada struktur perkerasan. Hal ini disebabkan lemahnya daya dukung tanah dasar akibat fluktuasi kadar air tanah di lokasi tersebut. Lemahnya daya dukung tanah terjadi karena adanya pemuai volume tanah pada perkerasan tanah dasar.

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 lebih dari 24 jam (standar 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 dikarenakan oleh empat hal utama, yakni material konstruksi, lalu lintas, iklim dan air.

Salah satu faktor terjadinya genangan adalah adanya curah hujan yang tinggi dan beban berat kendaraan yang tidak sesuai dengan kekuatan perkerasan jalan yang secara tidak langsung akan menimbulkan berbagai masalah seperti retak-retak kulit buaya dan jalan berlubang pada permukaan jalan. faktor penyebab genangan bisa disebabkan banyak hal seperti:

1. Genangan yang disebabkan oleh curah hujan yang terlalu tinggi
2. Genangan yang disebabkan oleh Sampah
3. Genangan yang disebabkan oleh endapan atau sidimentasi
4. Genangan yang disebabkan kemiringan saluran yang tidak Sesuai dengan rencana
5. Genangan yang disebabkan oleh letak saluran berada pada dataran yang lebih rendah dari DAS pembuangan.

Genangan yang terjadi akibat perubahan peruntukan lahan menjadi lahan pemukiman dan di seberang rel kereta api, serta berkurangnya daerah resapan air

menyebabkan saluran drainase jalan kelebihan kapasitas sehingga menyebabkan beberapa ruas jalan rusak yang berdampak pada ketidaknyamanan pengguna jalan yang melintas. di jalan-jalan ini. Namun, dalam beberapa bulan terakhir telah dilakukan perbaikan drainase dengan tujuan untuk memaksimalkan fungsi drainase untuk menampung air hujan yang masuk.

Beberapa hal yang ditinjau pada kerusakan aspal pada jalan Ampera adalah

2.2.1 Kondisi Kerusakan Jalan

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

2.2.2 Kondisi Genangan Air

Peninjauan akan genangan air pada lokasi ruas jalan Ampera sering diakibatkan oleh sisa banjir air hujan dan luapan air yang berasal dari saluran drainase. Lama genangan yang terjadi pada lokasi bergantung pada kondisi cuaca yang sedang terjadi. Genangan yang terjadi pada perkerasan jalan terjadi akibat ketidakmampuan lubang/bukaan di sisi jalan (street inlet) dalam mengalirkan genangan ke saluran drainase, serta saluran yang tidak mampu dalam mengalirkan dan menahan debit maksimum menyebabkan terjadinya luapan dari saluran.

2.2.3 Daya Rusak Genangan Terhadap Kerusakan Jalan

Pengaruh genangan air terhadap kerusakan konstruksi jalan dapat menyebabkan perlemahan daya dukung tanah dasar berikut mempercepat proses peretakan perkerasan.

a. Perlemahan tanah dasar

Sejumlah genangan air di permukaan jalan, baik akibat air hujan atau luapan saluran drainase dan banjir, akan sangat berpengaruh dalam mengurangi kekuatan konstruksi jalan. Ketika dasar perkerasan jalan jenuh sempurna atau sebagian, adanya gaya dinamis menyebabkan kenaikan tekanan air pori. Hal ini mereduksi

gesek minimal, mengakibatkan tahanan geser menjadi lebih rendah. Kondisi ini menjadikan kekuatan pada struktur perkerasan semakin lemah.

b. Mempercepat proses retakan/kerusakan

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

2.2.4 Jenis – jenis Kerusakan

a) Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*)

Retak 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 dikenali dengan terlihatnya lapisan tipis aspal (tanpa agregat halus) pada permukaan perkerasan dan jika pada kondisi temperatur 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:

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

c) Retak Blok (*Block Cracks*)

Sesuai dengan namanya, retak ini berbentuk blok pada perkerasan jalan. Retak ini terjadi umumnya 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 perkerasan yang lama tidak diperbaiki secara benar sebelum pekerjaan lapisan tambahan (*overlay*) dilakukan.
- Perbedaan penurunan dari timbunan/pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan.
- Perubahan volume pada lapis pondasi dan tanah dasar.
- Adanya akar pohon atau utilitas lainnya dibawah lapis perkerasan.

d) Bergelombang (*Corrugation*)

Kerusakan ini dikenal juga dengan istilah lain, yaitu *Ripples*. Bentuk kerusakan ini berupa gelombang pada lapis permukaan, atau dapat dikatakan alur yang terjadi yang arahnya melintang jalan, dan sering 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, seperti digunakannya agregat yang berbentuk bulat licin.
- Terlalu banyak menggunakan agregat halus.
- Lapis pondasi yang memang sudah bergelombang.
- Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair).

e) Amblas (*Depression*)

Bentuk kerusakan yang terjadi ini berupa amblas/turunnya permukaan lapisan permukaan perkerasan pada lokasi-lokasi tertentu (setempat) dengan atau tanpa retak. Kedalaman kerusakan ini umumnya lebih dari 2 cm dan akan menampung/meresapkan air.

Faktor penyebab kerusakan:

- Beban/berat kendaraan yang berlebihan, sehingga kekuatan struktur bagian bawah perkerasan jalan atau struktur perkerasan jalan itu sendiri tidak mampu memikulnya.
- Penurunan bagian perkerasan dikarenakan oleh turunnya tanah dasar.
- Pelaksanaan pemadatan yang kurang baik.

f) Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

Kerusakan ini terjadi pada pertemuan tepi permukaan perkerasan dengan bahu jalan tanah (bahu tidak beraspal) atau juga pada tepi bahu jalan beraspal dengan tanah sekitarnya. Penyebaran kerusakan ini dapat terjadi setempat atau sepanjang tepi perkerasan dimana sering terjadi perlintasan roda kendaraan dari perkerasan ke bahu atau sebaliknya. Bentuk kerusakan cacat tepi dibedakan atas “gompal” (*edge break*) atau “penurunan tepi” (*edge drop*)

Faktor penyebab kerusakan:

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

g) Retak Reflektif Sambungan (*Joint Reflection Cracking*)

Kerusakan ini umumnya terjadi pada permukaan perkerasan aspal yang telah dihamparkan diatas perkerasan beton semen portland. Retak terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berada dibawahnya. Pola retak 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:

- Lebar perkerasan yang kurang.
- Material bahu yang mengalami erosi/penggerusan.
- Dilakukan pelapisan lapisan perkerasan, namun tidak dilaksanakan pembentukan bahu.

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 dapat dikelompokkan kedalam cacat permukaan, karena pada tingkat tertentu (jika jumlah/luas tambalan besar) akan mengganggu kenyamanan berkendara. Berdasarkan sifatnya, tambalan dikelompokkan menjadi dua, yaitu tambalan sementara berbentuk tidak beraturan mengikuti bentuk kerusakan

lubang, dan tambalan permanen, berbentuk segi empat sesuai rekonstruksi yang dilaksanakan.

Faktor penyebab kerusakan:

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

k) Agregat Licin (*Polished Aggregate*)

Adalah kerusakan pada permukaan perkerasan aspal dimana pada permukaan tersebut butiran-butiran agregat terlihat “telanjang” dan permukaan agregatnya menjadi halus dan licin atau kadang-kadang terlihat “mengkilap”. Kerusakan ini sering terjadi pada lokasi yang sering dilewati oleh kendaraan-kendaraan berat ataupun juga pada daerah yang terjadi gesekan yang tinggi antara lapisan permukaan perkerasan dan ban kendaraan contohnya pada tikungan dan lain sebagainya.

Faktor penyebab kerusakan:

- Agregat tidak tahan aus terhadap roda kendaraan
- Bentuk agregat yang digunakan memang sudah bulat dan licin (bukan hasil dari mesin pemecah batu).

l) Lubang (*Potholes*)

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

Faktor penyebab kerusakan:

- Kadar aspal rendah, sehingga aspal tipis dan agregatnya mudah terlepas atau lapis permukaannya yang tipis
- Pelapukan aspal
- Penggunaan agregat kotor/tidak baik
- Suhu campuran tidak memenuhi persyaratan.
- Sistem drainase tidak baik.

- Merupakan kelanjutan dari kerusakan lain seperti retak dan pelepasan butir.

m) Alur (*Rutting*)

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

Faktor penyebab kerusakan:

- Ketebalan lapisan permukaan yang tidak mencukupi untuk menahan beban lalu lintas.
- Lapisan perkerasan atau lapisan pondasi yang kurang padat.
- Lapisan permukaan/lapisan pondasi memiliki stabilitas rendah sehingga terjadi deformasi plastis.

n) Sungkur (*Shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Kerusakan biasanya terjadi pada lokasi tertentu dimana kendaraan berhenti pada kelandaian yang curam atau tikungan tajam. Kerusakan umumnya timbul di salah satu sisi jejak roda.

Faktor penyebab kerusakan:

- Stabilitas tanah dan lapisan perkerasan yang rendah.
- Daya dukung lapis permukaan/lapis pondasi yang tidak memadai.
- Pemadatan yang kurang pada saat pelaksanaan.
- Beban kendaraan yang melalui perkerasan jalan terlalu berat.
- Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap

o) Retak Slip (*Slippage Cracking*)

Istilah lain yang biasanya digunakan untuk menyebutkan jenis retak ini adalah retak bentuk bulan sabit atau crescent shape cracks. Bentuk retak ini menyerupai lengkung bulan sabit atau berbentuk seperti jejak mobil yang disertai beberapa retak.

Faktor penyebab kerusakan:

- Lapisan perekat kurang merata
- Penggunaan lapis perekat (tack coat) kurang.

- Penggunaan agregat halus terlalu banyak
- Lapis permukaan kurang padat/kurang tebal
- Penghamparan pada suhu aspal rendah atau tertarik roda penggerak oleh mesin penghampar aspal/mesin lainnya.

p) Mengembang (*Swell*)

Gerakan keatas lokal dari perkerasan akibat pengembangan atau pembekuan air dari tanah dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retak permukaan aspal. Pengembangan dapat dikarakteristikan dengan gerakan perkerasan aspal, dengan panjang $> 3\text{mm}$.

q) Pelapukan dan Butiran Lepas (*Weathering and Raveling*)

Kerusakan ini berupa terlepasnya sebagian butiran – butiran agregat pada permukaan perkerasan yang umumnya terjadi secara meluas. Kerusakan ini biasanya dimulai dengan terlepasnya material halus dahulu yang kemudian akan berlanjut terlepasnya material yang lebih besar (material kasar), sehingga pada akhirnya membentuk tumpukan dan dapat meresapkan air ke badan jalan.

Faktor penyebab kerusakan:

- Pelapukan material pengikat atau agregat
- Pemasatan yang kurang.
- Penggunaan material yang kotor atau yang lunak.
- Penggunaan aspal yang kurang memadai.
- Suhu pemasatan kurang.

2.2.5 Alternatif penanganan perbaikan jalan yang rusak akibat genangan air

Dalam mempertahankan keutuhan fungsional konstruksi jalan maka perlu dilakukan kegiatan pemeliharaan jalan. Hal ini tentu saja sangat diperlukan karena dengan melakukan penanganan yang tepat mampu menambah umur suatu proyek konstruksi, dan jalan dapat dilewati tanpa adanya genangan maupun banjir.

2.2.6 Penilaian Kondisi Perkerasan

Ada beberapa metode yang lazim digunakan dalam menilai kondisi kerusakan jalan, seperti metode PCI dan Bina Marga. Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan metode PCI dalam menilai kerusakan jalan penilaian terhadap kondisi perkerasan jalan merupakan aspek yang paling penting dalam hal menentukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan jalan. Untuk melakukan penilaian kondisi perkerasan jalan tersebut, terlebih dahulu perlu ditentukan jenis kerusakan, penyebab, serta tingkat kerusakan yang terjadi.

2.2.7 Menghitung Nilai Pavement Condition Index (PCI)

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

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

Namun demikian, dengan melakukan survey kondisi secara periodik, informasi kondisi perkerasan berguna untuk prediksi kinerja di masa datang, selain juga digunakan sebagai masukan pengukuran yang lebih detail.

a. Kerapatan (*Density*)

Density atau kerapatan adalah persentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter panjang. Nilai density suatu jenis kerusakan dibedakan juga berdasarkan tingkat kerusakannya. Rumus mencari nilai density:

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\% \quad (2.1)$$

Atau

$$Density = \frac{Ld}{As} \times 100\% \quad (2.2)$$

dimana:

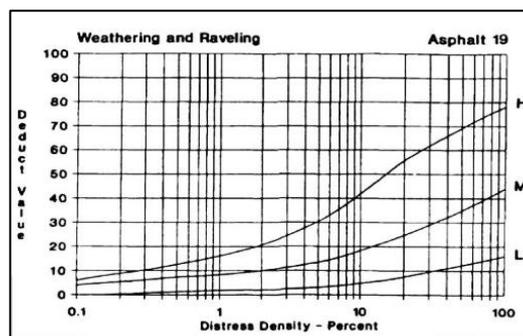
Ad = Luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m^2)

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

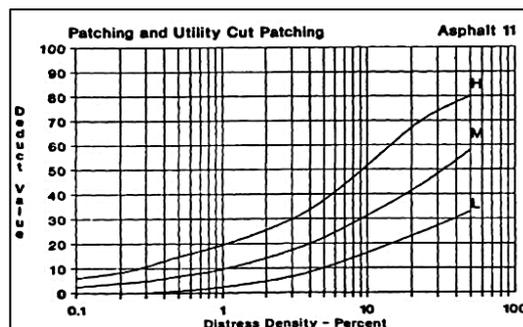
As = Luas total unit sampel (m^2)

b. Nilai Pengurangan (*Deduct Value*)

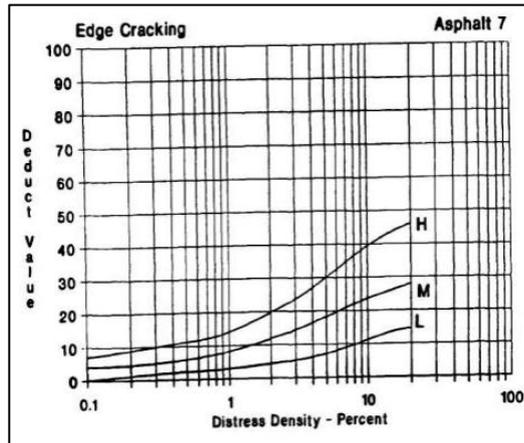
Deduct Value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Deduct value juga dibedakan atas tingkat kerusakan untuk setiap jenis kerusakan.



Gambar 2.7: Grafik *Deduct Value* untuk *Ravelling*



Gambar 2.8: Grafik *Deduct Value* untuk *Patching*



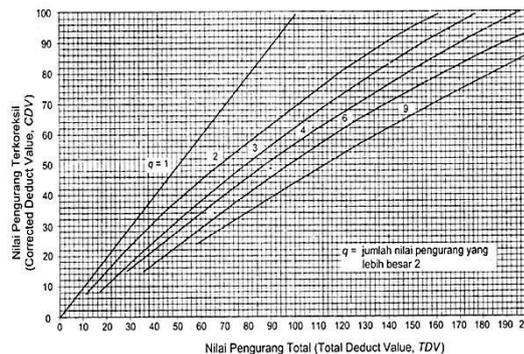
Gambar 2.9: Grafik *Deduct Value* untuk *Edge Crack*

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

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

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

Corrected Deduct Value (CDV) diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurangan total (TDV) dan nilai pengurangan (DV) dengan pemilihan kurva yang sesuai. Jika nilai CDV yang diperoleh lebih kecil dari nilai pengurangan tertinggi (*Highest Deduct Value*, HDV), maka CDV yang digunakan adalah nilai pengurangan individual yang tertinggi.



Gambar 2.10: Grafik hubungan antara TDV dengan CDV

e. Klasifikasi Kualitas Perkerasan

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

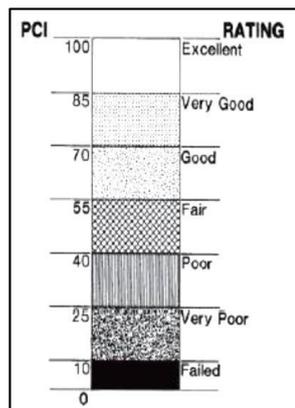
$$PCI (s) = 100 - CDV \tag{2.3}$$

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 sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*) dan gagal (*failed*)



Gambar 2.11: Diagram Nilai PCI

2.3 Analisa Data Hidrologi Dan Hidrolika

2.3.1 Analisis Hidrologi

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

Secara umum, analisis hidrologi merupakan bagian dari analisis awal dalam desain struktur hidrolik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan

masukannya penting untuk analisis selanjutnya. Bangunan hidrolis dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan tumpahan, tanggul banjir, dan sebagainya.

Analisis hidrologi diperlukan untuk mengetahui karakteristik hidrologis daerah pengaliran. Analisis hidrologi digunakan untuk mengetahui besarnya debit banjir yang direncanakan pada suatu perencanaan struktur air. Data untuk penentuan debit banjir yang direncanakan pada tugas akhir ini adalah data curah hujan, dimana curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang direncanakan.

Curah hujan merupakan faktor hidrologi yang mempengaruhi daerah hulu (curah hujan). Curah hujan di semua wilayah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi di wilayah yang menerimanya. Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan data debit air hujan yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya.

Beberapa hal yang akan ditinjau didalam analisis hidrologi ini adalah:

1. Analisis Bentuk Saluran Drainase

Analisis berupa pengukuran saluran drainase dan pengukuran eksisting saluran drainase.

2. Penentuan Periode Ulang

Penentuan periode ulang yang akan 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 daerah saluran drainase pada jalan Ampera.

4. Debit Banjir Rencana

Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya hubungan empiris antara curah hujan dengan limpasan. Metode ini paling banyak dikembangkan sehingga didapat beberapa rumus diantaranya Metode Rasional.

5. Luas Daerah Aliran

Menganalisa daerah aliran drainase, guna menentukan luas daerah yang sekiranya termasuk ke dalam daerah aliran apabila terjadinya aliran di sekitar saluran.

6. Waktu Konsentrasi (Tc)

Menghitung waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat,

7. Frekuensi Banjir Rencana

Frekuensi banjir rencana ditetapkan berdasarkan pertimbangan kemungkinan-kemungkinan kerusakan terhadap bangunan di sekitar jalan akibat banjir, dengan asumsi “Tingkat kerusakan sedang” masih di anggap wajar, maka frekuensi banjir rencana untuk selokan samping dipilih 10 tahun.

8. Koefisien Limpasan

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

2.3.2 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mengevaluasi kapasitas dari saluran drainase berdasarkan debit rencana. Bentuk saluran drainase dapat berupa saluran terbuka dapat berbentuk trapesium, persegi panjang, setengah lingkaran ataupun komposit.

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di jalan Ampera dibelakang Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir $<$ Q tampung saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya 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 ini.

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

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

dimana,

Q = debit banjir rencana (m^3/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang basah (m^2)

r = radius hidrolis (m) = A/P

P = keliling basah (m)

N = koefisien Manning, yang nilainya tergantung dari material saluran

I = kemiringan dasar saluran.

Analisis hidrolika 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 terdiri dari analisis penampang eksisting drainase dan perencanaan penampang rencana.

Beberapa hal yang akan ditinjau didalam analisis hidrolika ini adalah:

1. Penentuan Daerah Perencanaan

Pada bagian ini akan dilakukan peninjauan daerah serta luas daerah yang akan ditinjau untuk penelitian. Dalam bagian ini drainase yang akan ditinjau 100 meter daerah saluran pada wilayah jalan Ampera dibelakang kampus UMSU

2. Analisa Penampang Eksisting

Pada analisis ini akan dilakukan peninjauan langsung ke saluran drainase, dalam hal untuk mengetahui ukuran penampang saluran drainase yang ditinjau untuk penelitian, kemudian menghitung hasil analisa dengan berbagai rumus untuk mendapatkan nilai luas penampang, keliling, jari jari hidrolis dan lainnya.

3. Pertimbangan Perlu Tidaknya Perbaikan Penampang

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

2.3.2.1 Saluran Tertutup

Aliran dalam saluran terbuka digerakkan oleh gaya penggerak yang dilakukan oleh jumlah berat aliran yang mengalir menuruni lereng, sedang pada saluran tertutup gaya penggerak tersebut dilakukan oleh gradient tekanan. Ketentuan-

ketentuan mengenai aliran bagi saluran tertutup yang penuh adalah tidak berlaku pada saluran terbuka. Pendekatan yang digunakan di Indonesia dalam merancang drainase perkotaan masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan saluran terbuka. Bila digunakan saluran yang ditanam dalam tanah biasanya berbentuk bulat atau persegi, maka diasumsikan saluran tersebut tidak terisi penuh (dalam arti tidak tertekan), sehingga masih dapat dipergunakan persamaan saluran terbuka. Saluran tertutup umumnya digunakan pada:

- Daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan)
- Daerah yang lalu lintas pejalan kakinya padat
- Lahan yang dipaki untuk lapangan parker.

2.3.2.2 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 . Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adalah jika kedalaman setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidroliknya setengah dari kedalaman air. Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis:

Luas penampang (A)

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

Keliling basah (P)

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

Jari-jari hidrolik R

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

Kecepatan aliran (V)

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

Tinggi jagaan (Freeboard)

$$W = \sqrt{0.5h} \quad (2.10)$$

Debit Saluran

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

Tabel 2.1: 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 dibedakan ada tumbuh tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
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 berdinding 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

2.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampui. Sedangkan, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampui. 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 dari pos penakar 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 dimasa 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 didapat curah hujan rencana dari ke empat metode tersebut maka yang paling extrim 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 2.2: Parameter statistik 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)	$K = \alpha_4 = \frac{1 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{n s^4}$	$K = \alpha_4 = \frac{1 \sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^4}{n \sigma^4}$

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:

$$K_T = \frac{X_T - \bar{x}}{s} \quad (2.12)$$

$$X_T = \bar{x} + (K_T \times S) \quad (2.13)$$

Dimana:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periodi ulang T Tahun

\bar{x} = nilai rata-rata hitung variat

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 Gauss.

Tabel 2.3: Nilai variabel 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. Distribusi Log Normal

Jika Variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log Normal dapat didekati dengan persamaan:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \times S \quad (2.14)$$

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}}{S} \quad (2.15)$$

Dimana:

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun

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

S = deviasi standar nilai variat

K_T = factor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

3. Distribusi Log Person III

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Person III. Ada tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu: 1. Harga rata-rata 2. Simpang baku

Koefisien kemencangan.

Jika koefisien kemencangan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Type III, yaitu:

- Ubah data kedalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

- Hitung harga rata-rata:

$$\text{Log } \bar{X} = \sum_{i=1}^n \log X \quad (2.16)$$

- Hitung harga simpang baku:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0.5} \quad (2.17)$$

- Hitung koefisien kemencangan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)S^3} \quad (2.18)$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \times S \quad (2.19)$$

Tabel 2.4: Nilai K untuk distribusi Log-Person III

Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), Tahun (<i>Periode Ulang</i>)								
	10101	15000	2	5	10	25	50	100
Koef G	Persentase Peluang Terlampaui (<i>Percent Chance of Being Exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.144	4.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	4.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.256	4.800
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	3.240	4.705
2.0	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-0.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-0.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
1.4	-0.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.076	3.271
1.2	-0.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.0	-0.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.8	-0.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	2.993	2.453	3.819
0.6	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.0	-2.326	-0.842	-0.000	0.842	1.282	1.715	2.051	2.326

4. Distribusi Gumbel

Gumbel merupakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret hargaharga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan, dalam persamaan, sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_N}{S_N} \quad (2.20)$$

$$X_T = \bar{X} + K(S) \quad (2.21)$$

Dimana:

Y = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel data ke-n

S_n = *reduced standard deviation*, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data

S = deviasi standar nilai variant

Tabel 2.5: *Reduced Mean, Yn* (Suripin, 2004)

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.49	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52
20	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
30	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
40	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
70	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
80	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
90	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
100	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

Tabel 2.6: *Reduced Standard Deviation, Sn* (Suripin, 2004)

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.94	0.96	0.99	0.99	1.00	1.02	0.51	0.51	0.52	0.52
20	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	0.53	0.53	0.53	0.53
30	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	0.54	0.54	0.54	0.54
40	1.14	1.14	1.14	1.14	1.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	1.10	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17
60	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.18	1.18	1.18	1.18
70	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19
80	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.20

Tabel 2.6: *Lanjutan*

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
100	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

Tabel 2.7: Reduksi Variat (YTR) sebagai fungsi Periode Ulang Gumbel (Suripin, 2004)

Periode Ulang, TR	Reduced Variate, Y_{TR}	Periode Ulang, TR	Reduced Variate, Y_{TR}
2	0.336	100	4.601
5	1.5004	200	5.2969
10	2.251	250	5.5206
20	2.9709	500	6.2149
25	3.1993	1000	6.9087
50	3.9028	5000	8.5188
75	4.3117	10000	9,2121

2.5 Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat (t_0) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau (t_d).

Waktu konsentrasi adalah jumlah waktu pengaliran di permukaan yang diperlukan air untuk mencapai debit maksimum dari titik saluran yang terjauh sampai titik yang ditinjau. Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich atau lainnya.

Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich seperti berikut:

$$t_c = 0.0195 L^{0,77} S^{-0.385} \quad (2.22)$$

Atau menggunakan rumus:

$$t_c = t_0 + t_d \quad (2.23)$$

Dimana:

t_c = waktu konsentrasi dalam menit.

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau dalam meter.

S = kemiringan dasar saluran.

t_o = waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (*inlet time*) dalam menit.

t_d = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) dalam menit

2.6 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 intensitasnya (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 berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.24)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam/mm)

2.7 Koefisien Limpasan (Runoff)

Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan adalah gabungan anatar aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*). Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai dari berbagai faktor secara bersamaan.

Faktor – faktor yang berpengaruh limpasan aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai macam faktor secara bersamaan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

- Faktor meteorologi yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan.
- Karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan.

Ketetapan dalam menentukan besarnya debit air sangatlah penting dalam penentuan dimensi saluran. Disamping penentuan luas daerah pelayanan drainase dan curah hujan rencana, juga dibutuhkan besaran harga koefisien pengaliran (C). Pengambilan harga C harus disesuaikan dengan rencana perubahan tata guna lahan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Berikut ini koefisien C untuk metode rasional, sebagai berikut:

Tabel 2.8: Koefisien Pengaliran (C) (Direktorat Jenderal Bina Marga)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1. Jalan Beton dan Jalan Aspal	0,70-0,95
2. Jalan Kerikil dan Jalan Tanah	0,40-0,70
3. Bahu Jalan:	
- Tanah Berbutir Halus	0,40-0,65
- Tanah Berbutir Kasar	0,10-0,20
- Batuan Masif Keras	0,70-0,85
- Batuan Masif Lunak	0,60-0,75
4. Daerah Perkotaan	0,70-0,95
5. Daerah Pinggiran Kota	0,60-0,70
6. Daerah Industri	0,60-0,90
7. Permukiman Padat	0,60-0,80
8. Permukiman Tidak Padat	0,40-0,60
9. Taman dan Kebun	0,20-0,40
10. Persawahan	0,45-0,60
11. Perbukitan	0,70-0,80
12. Pegunungan	0,75-0,90

2.8 Luas Daerah Pengaliran (A)

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1: 50.000 – 1: 25.000. jika luas daerah pengaliran relatif

kecil diperlukan peta dalam skala yang lebih besar. Dalam praktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta *topography* ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit. Jika tidak memungkinkan memperoleh peta *topography* yang memadai, asumsi berikut dapat dipakai sebagai bahan pembanding.

Dalam penelitian ini batas daerah pengaliran ditentukan dengan menggunakan aplikasi pengolah peta topografi, yaitu aplikasi *Google Earth* dan *Google Maps*, dalam mempermudah dalam penentuan luas daerah pengalirannya.

2.9 Analisa Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit rencana debit banjir maksimum periode ulang 5 tahun, yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun. Penetapan debit banjir maksimum periode 5 tahun ini berdasarkan pertimbangan:

1. Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan meluapnya sebuah sungai.
2. Luas lahan diperkotaan relatif terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 5 tahun.
3. Daerah perkotaan mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga mengakibatkan perubahan pada saluran drainase

Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut: Perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0.000278 CIA \quad (2.25)$$

Dimana:

Q = debit maksimum (m³/det)

C = koefisien limpasan air hujan

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

A = luas daerah pengaliran (km²)

2.10 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. Perhitungan debit banjir rencana dapat digunakan beberapa metode, diantaranya hubungan empiris antara curah hujan dengan limpasan. Metode ini paling banyak dikembangkan sehingga didapat beberapa rumus diantaranya Metode Rasional.

$$Q = 0.278.C.IA \quad (2.26)$$

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24^{2/3}}{tc} \right) \quad (2.27)$$

$$tc = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right) 0,385 \quad (2.28)$$

Dimana:

Q = Debit maksimum (m³ /detik)

C = Koefisien pengaliran (tabel)

H = Beda tinggi (km)

W = Kecepatan perambatan banjir (km/jam)

A = Luas daerah aliran (DAS) km²

L = Panjang sungai (km)

tc = Waktu konsentrasi (jam)

R24 = Curah hujan maksimal (mm/jam)

S = Kemiringan rata-rata

I = Intensitas hujan

2.11 Memperkirakan Laju Aliran Puncak Dengan Metode Rasional

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi kesehatan suatu DAS adalah dengan memantau kejadian banjir melalui informasi debit puncak. Informasi ini dapat diperoleh melalui pembacaan ketinggian air pada

waktu tertentu. Namun, tidak semua DAS memiliki catatan hidrologi yang lengkap sehingga data debit puncak belum tersedia. Oleh karena itu, diperlukan pemodelan hidrologi untuk memperkirakan debit puncak.

Metode Rasional merupakan model hidrologi sederhana yang sering digunakan untuk memperkirakan debit puncak suatu DAS. Konsep-konsep yang terkandung dalam metode Rasional sangat canggih karena memerlukan pengetahuan teknis yang sangat mendalam, terutama dalam karakteristik hidrologi seperti waktu konsentrasi (Hayes dan Young, 2005).

Salah satu faktor penting dalam metode rasional adalah koefisien limpasan (C). Menurut Asdak (2004), koefisien limpasan adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara limpasan dengan curah hujan yang menyebabkannya.

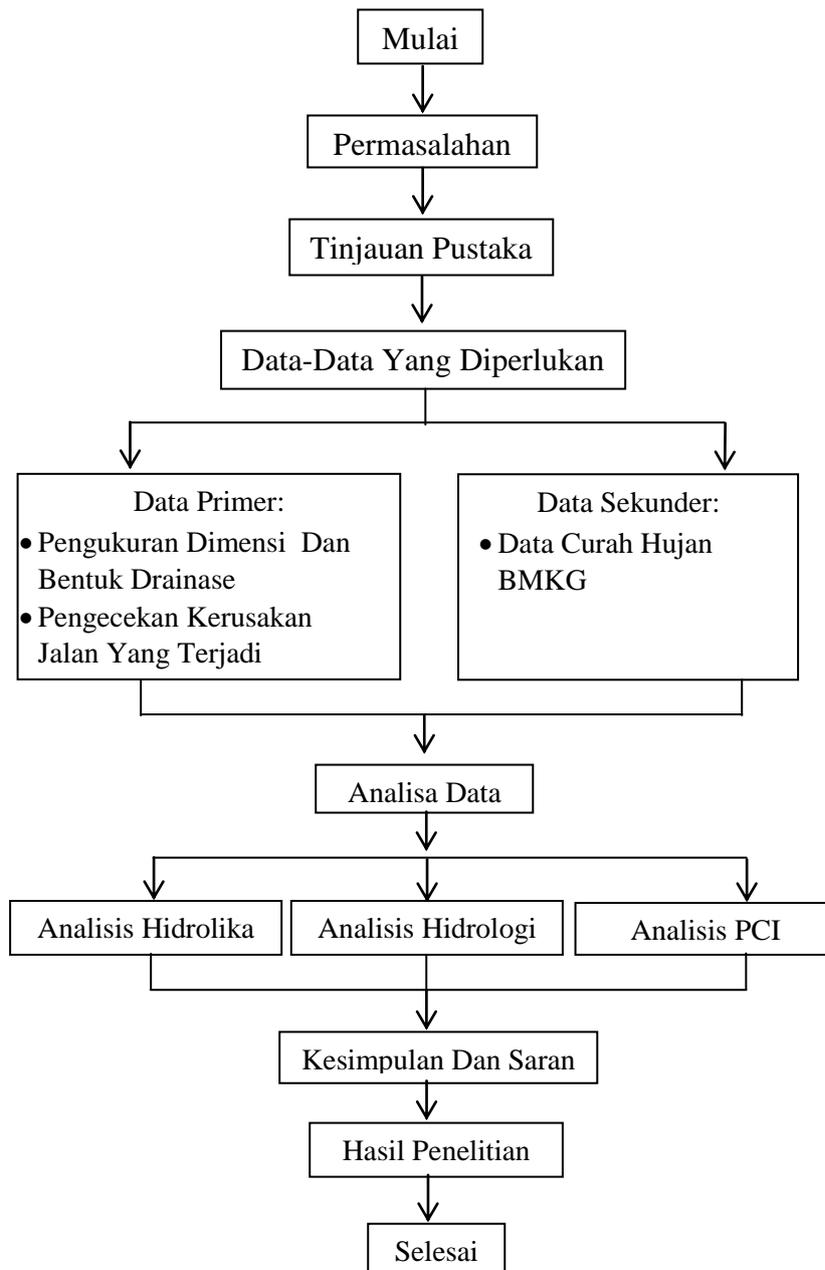
Banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan koefisien limpasan seperti metode US Forest Service, metode Hasing, dan metode Cook. Setiap metode menggunakan parameter fisik DAS yang berbeda. Oleh karena itu, beberapa metode tersebut perlu diujicobakan pada DAS yang sama dan memiliki catatan data hidrologi yang lengkap.

Pada penelitian ini dalam mengestimasi laju aliran puncak-nya menggunakan metode penelitian Metode Rasional selama pelaksanaannya.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

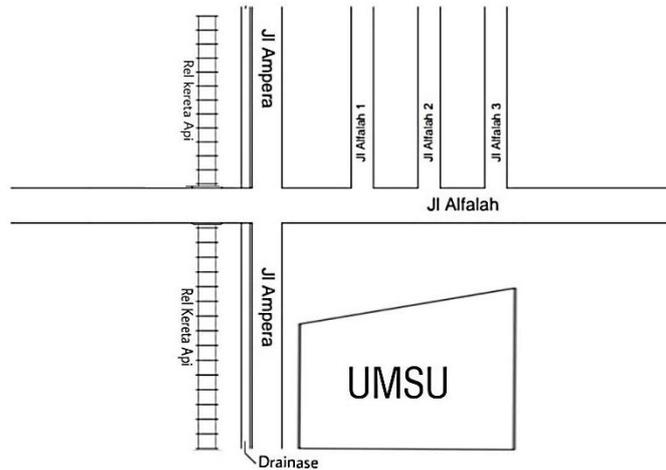
Dalam memudahkan pembahasan dan analisa dibuat sebuah bagan alir, seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Jalan yang menjadi objek penelitian dalam Tugas Akhir ini berada di jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 3.2: Lokasi Penelitian (AutoCad)

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan:

1). Menentukan lokasi penelitian

Lokasi penelitian langsung di jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Selain itu, data-data pelengkap diambil di kantor Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika untuk menunjang penulisan Tugas akhir ini.

3.4 Pengambilan Data

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

Data Primer yaitu Survey lokasi di jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Data Sekunder yaitu curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dari tahun 2010-2020 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika kota Medan.

3.4.1 Menganalisa Data

Analisis frekuensi curah hujan, koefisien aliran permukaan, analisis waktu konsentrasi, analisa koefisien limpasan, analisa intensitas curah hujan, analisa debit rencana. analisis kapasitas penampang saluran, evaluasi debit saluran dengan debit rencana.

3.5 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 daerah jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 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 puncak-nya menggunakan metode penelitian Metode Rasional saat pelaksanaannya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis 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 Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 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

a. Titik 1

Kecepatan aliran pada drainase 1 kita ambil 10 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 4.9 detik. Sehingga diperoleh kecepatan:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10}{29} = 0.34m/s$$

b. Titik 2

Kecepatan aliran pada drainase 1 kita ambil 10 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 5.3 detik. Sehingga diperoleh kecepatan:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10}{28} = 0.35 m/s$$

c. Titik 3

Kecepatan aliran pada drainase 1 kita ambil 10 m dibagi dengan waktu yang Diperoleh 4.7 detik. Sehingga diperoleh kecepatan:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10}{25} = 0.4 m/s$$

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 2011 s/d 2020 sebagai berikut:

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

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	MAX (xi)
2011	78	35	64	64	39	40	54	98	59	58	63	63	98.00
2012	40	50	42	57	83	65	65	46	60	75	60	33	83.00
2013	29	66	53	63	27	39	58	33	32	70	21	111	111.00
2014	20	22	35	31	46	49	34	91	66	41	57	165	165.00
2015	42	46	10	12	39	11	86	50	52	76	90	43	90.00
2016	23	71	9	9	40	41	49	54	84	47	57	34	84.00
2017	37	6	40	44	22	64	32	82	34	84	65	135	135.00
2018	29	40	10	68	35	42	62	33	56	147	76	106	147.00
2019	27	20	9	46	159	21	31	65	102	70	50	54	159.00
2020	148	57	16	68	85	58	79	92	79	45	27	74	146.00

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:

Tabel 4.2: Distribusi Normal

Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	(Xi-X)	(Xi-X) ²
2011	98	-23.80	566.44
2012	83	-38.80	1505.44
2013	111	-10.80	116.64
2014	165	43.20	1866.24
2015	90	-31.80	1011.24
2016	84	-37.80	1428.84
2017	135	13.20	174.24
2018	147	25.20	635.04
2019	159	37.20	1383.84
2020	146	24.20	585.64
JUMLAH	1218		9273.60
\bar{X}	121.8		
S	32.10		

Dari data-data di atas didapat:

$$X = \frac{1218}{10} = 121.8$$

$$\text{Deviasi Standart} = S = \sqrt{\frac{\sum (Xi-X)}{n-1}} = \sqrt{\frac{9273.6}{9}} = 32.1$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 2 tahun

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

$$X_T = \bar{x} + (K_T \times S)$$

$$= 121.8 + (0 \times 32.1) = 121.8 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 5 tahun

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

$$X_T = \bar{x} + (K_T \times S)$$

$$= 121.8 + (0.84 \times 32.1) = 148.8 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 10 tahun

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

$$X_T = \bar{x} + (K_T \times S)$$

$$= 121.8 + (1.28 \times 32.1) = 162.9 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 20 tahun

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

$$X_T = \bar{x} + (K_T \times S)$$

$$= 121.8 + (1.64 \times 32.1) = 174.4 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 50 tahun

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

$$X_T = \bar{x} + (K_T \times S)$$

$$= 121.8 + (2.05 \times 32.1) = 187.6 \text{ mm}$$

Perhitungan Analisis Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

Untuk T = 100 tahun

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

$$X_T = \bar{x} + (K_T \times S)$$

$$= 121.8 + (2.33 \times 32.1) = 196.6 \text{ mm}$$

Tabel 4.3: Analisa Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi Normal

NO	Periode ulang (T) tahun	K_T	\bar{x}	S	Curah hujan X_T (mm)
1	2	0	121.8	32.1	121.8
2	5	0.84	121.8	32.1	148.8
3	10	1.28	121.8	32.1	162.9
4	20	1.64	121.8	32.1	174.4
5	50	2.05	121.8	32.1	187.6
6	100	2.33	121.8	32.1	196.6

Distribusi Log Normal

Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistik dengan sebaran logaritmatik dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4: Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal

No.	Curah Hujan (mm) X_i	Log X_i	(Log X_i - Log \bar{X})	(Log X_i - Log \bar{X}) ²
1	98.00	1.99	-0.09	0.008915
2	83.00	1.92	-0.17	0.027745
3	111.00	2.05	-0.04	0.001626
4	165.00	2.22	0.13	0.017381
5	90.00	1.95	-0.13	0.017267
6	84.00	1.92	-0.16	0.026040
7	135.00	2.13	0.04	0.001997
8	147.00	2.17	0.08	0.006670
9	159.00	2.20	0.12	0.013398
10	146.00	2.16	0.08	0.006195
Jumlah	1218.00	20.72	-0.14	0.127234
\bar{X}	121.80	2.09		

Dari data-data di atas didapat:

$$X = \frac{1218}{10} = 121.8$$

$$\text{Deviasi Standart} = S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.127234}{9}} = 0.12$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

Untuk

(T) 2 Tahun

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

$$\text{Log } X_2 = 2.09 + (0 \times 0.12)$$

$$\text{Log } X_2 = 2.09$$

$$X_2 = 121.80 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal: Untuk

(T) 5 Tahun

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

$$\text{Log } X_5 = 2.09 + (0.84 \times 0.12)$$

$$\text{Log } X_5 = 2.19$$

$$X_5 = 153.29 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal: Untuk

(T) 10 Tahun

$$\text{Log } X_{10} = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{10} = 2.09 + (1.28 \times 0.12)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2.24$$

$$X_{10} = 172.92 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal: Untuk

(T) 20 Tahun

$$\text{Log } X_{20} = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{20} = 2.09 + (1.64 \times 0.37)$$

$$\text{Log } X_{20} = 2.28$$

$$X_{20} = 190.83 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal: Untuk

(T) 50 Tahun

$$\text{Log } X_{50} = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{50} = 2.09 + (2.05 \times 0.37)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2.33$$

$$X_{50} = 213.50 \text{ mm}$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal: Untuk

(T) 100 Tahun

$$\text{Log } X_{100} = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S$$

$$\text{Log } X_{100} = 2.09 + (2.33 \times 0.37)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2.36$$

$$X_{100} = 230.51 \text{ mm}$$

Tabel 4.5: Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Normal

No.	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	Log \bar{X}	Log S	Log X_T	Curah Hujan (X_T) mm
1	2	0	2.09	0.119	2.09	121.80
2	5	0.84	2.09	0.119	2.19	153.29
3	10	1.28	2.09	0.119	2.24	172.92
4	20	1.64	2.09	0.119	2.28	190.83
5	50	2.05	2.09	0.119	2.33	213.50
6	100	2.33	2.09	0.119	2.36	230.51

Tabel 4.6: Distribusi Log Pearson III

No.	X_i	\bar{X}	Log X_i	(Log X_i - Log \bar{X})	(Log X_i - Log \bar{X}) ²	(Log X_i - Log \bar{X}) ³
1	98.00	2.09	1.99	-0.0944	0.0089	-0.0008
2	83.00	2.09	1.92	-0.1666	0.0277	-0.0046
3	111.00	2.09	2.05	-0.0403	0.0016	-0.0001
4	165.00	2.09	2.22	0.1318	0.0174	0.0023
5	90.00	2.09	1.95	-0.1314	0.0173	-0.0023
6	84.00	2.09	1.92	-0.1614	0.0260	-0.0042
7	135.00	2.09	2.13	0.0447	0.0020	0.0001
8	147.00	2.09	2.17	0.0817	0.0067	0.0005
9	159.00	2.09	2.20	0.1157	0.0134	0.0016
10	146.00	2.09	2.16	0.0787	0.0062	0.0005
Jumlah	1218.00	2.09	20.72	-0.1414	0.12723	-0.0070
\bar{X}	121.80	2.09	2.09			

Dari data-data diatas didapat:

$$\bar{X} = \frac{1218}{10} = 121.8$$

$$\text{Deviasi Standart} = S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.12723}{9}} = 0.12$$

$$\text{Koefisien Kemencengan } G = \frac{\sum (X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) s^3} = -0.056$$

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

Untuk (T) 2 Tahun

$$\log X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_S \times S)$$

$$\text{Log} X_2 = 2.09 + (0.09 \times 0.12)$$

$$\text{Log} X_2 = 2.1$$

$$\text{Log} X_2 = 124.84 \text{ mm}$$

Untuk (T) 5 Tahun

$$\log X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_S \times S)$$

$$\text{Log} X_5 = 2.09 + (-0.81 \times 0.12)$$

$$\text{Log} X_5 = 1.99$$

$$X_5 = 97.58 \text{ mm}$$

Untuk (T) 10 Tahun

$$\log X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_S \times S)$$

$$\text{Log} X_{10} = 2.09 + (-1.32 \times 0.12)$$

$$\text{Log}X_{10} = 1.93$$

$$X_{10} = 84.86 \text{ mm}$$

Untuk (T) 20 Tahun

$$\log X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_S \times S)$$

$$\text{Log}X_{20} = 2.09 + (1.72 \times 0.12)$$

$$\text{Log}X_{20} = 2.29 \text{ mm}$$

$$X_{20} = 195.05 \text{ mm}$$

Untuk (T) 50 Tahun

$$\log X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_S \times S)$$

$$\text{Log}X_{50} = 2.09 + (-2.32 \times 0.12)$$

$$\text{Log}X_{50} = 1.81$$

$$X_{50} = 64.54 \text{ mm}$$

Untuk (T) 100 Tahun

$$\log X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_S \times S)$$

$$\text{Log}X_{100} = 2.09 + (-2.71 \times 0.12)$$

$$\text{Log}X_{100} = 1.76$$

$$X_{100} = 58 \text{ mm}$$

Tabel 4.7: Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Person III

No.	T	K	Log X	Log X _T	Log S	Curah Hujan X _T (mm)
1	2	0.09	2.09	2.10	0.12	124.84
2	5	-0.81	2.09	1.99	0.12	97.58
3	10	-1.32	2.09	1.93	0.12	84.86
4	20	1.72	2.09	2.29	0.12	195.05
5	50	-2.32	2.09	1.81	0.12	64.54
6	100	-2.71	2.09	1.76	0.12	58.00

Distribusi Gumbel

Tabel 4.8: Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Gumbel

No.	Curah Hujan (mm) Xi	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²
1	98.00	-23.80	566.44
2	83.00	-38.80	1505.44
3	111.00	-10.80	116.64
4	165.00	43.20	1866.24
5	90.00	-31.80	1011.24
6	84.00	-37.80	1428.84
7	135.00	13.20	174.24
8	147.00	25.20	635.04
9	159.00	37.20	1383.84
10	146.00	24.20	585.64
Jumlah	1218.00		9273.6
\bar{X}	121.80		

Dari data-data diatas didapat:

$$\bar{X} = \frac{546.33}{10} = 121.8$$

$$\text{Deviasi Standart} = S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{9273.6}{9}} = 32.1$$

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

$$N=10 \quad Y_n = 0.4952 \quad S_n = 0.9496$$

Untuk periode ulang (T) 2 tahun dengan $Y_{TR} = 0,3668$ yaitu:

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

$$K = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = -0,135$$

$$X_T = \bar{X} + K(S)$$

$$X_T = 121.8 + (-0,135(32.1))$$

$$X_T = 117.46 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 5 tahun dengan $Y_{TR} = 1.5004$ yaitu:

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

$$K = \frac{1.5004 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1.059$$

$$X_T = \bar{X} + K(S)$$

$$X_T = 121.8 + (1.508(32.1))$$

$$X_T = 155.779 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 10 tahun dengan $Y_{TR} = 2.2510$ yaitu:

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

$$K = \frac{2.2510 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1.85$$

$$X_T = \bar{X} + K(S)$$

$$X_T = 121.8 + (1.85(32.1))$$

$$X_T = 181.152 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 20 tahun dengan $Y_{TR} = 2.9709$ yaitu:

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

$$K = \frac{2.9709 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 2.61$$

$$X_T = \bar{X} + K(S)$$

$$X_T = 121.8 + (2.61(32.1))$$

$$X_T = 205.487 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 50 tahun dengan $Y_{TR} = 3.9028$ yaitu:

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

$$K = \frac{3.9028 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 3.59$$

$$X_T = \bar{X} + K(S)$$

$$X_T = 121.8 + (3.59(32.1))$$

$$X_T = 236.989 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 100 tahun dengan $Y_{TR} = 4.6012$ yaitu:

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

$$K = \frac{4.6012 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 4.32$$

$$X_T = \bar{X} + K(S)$$

$$X_T = 121.8 + (4.32(32.1))$$

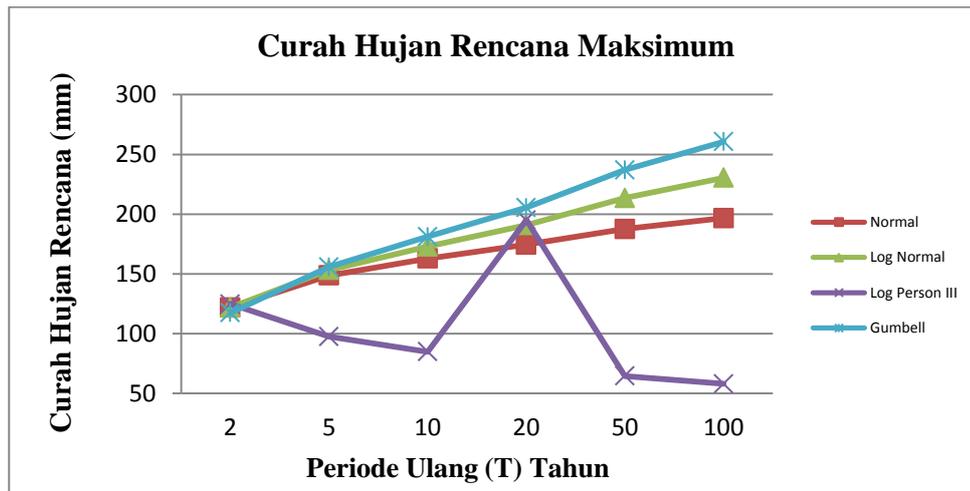
$$X_T = 260.597 \text{ mm}$$

Tabel 4.9: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Y_{Tr}	Y_n	S_n	\bar{X}	S	K	Curah Hujan (X_T)
1	2	0.3668	0.4952	0.9496	121.8	32.1	-0.135	117.460
2	5	1.5004	0.4952	0.9496	121.8	32.1	1.059	155.779
3	10	2.251	0.4952	0.9496	121.8	32.1	1.849	181.152
4	20	2.9709	0.4952	0.9496	121.8	32.1	2.607	205.487
5	50	3.9028	0.4952	0.9496	121.8	32.1	3.588	236.989
6	100	4.6012	0.4952	0.9496	121.8	32.1	4.324	260.597

Tabel 4.10: Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbell
1	2	121.80	121.80	124.84	117.46
2	5	148.76	153.29	97.58	155.78
3	10	162.89	172.92	84.86	181.15
4	20	174.44	190.83	195.05	205.49
5	50	187.60	213.50	64.54	236.99
6	100	196.59	230.51	58.00	260.60



Gambar 4.1: Grafik Curah Hujan Maksimum dan Periode Ulang

Berdasarkan hasil analisa distribusi frekuensi hujan, maka yang digunakan periode ulang 10 Tahun terlihat bahwa metode distribusi Gumbell Periode ulang 10 Tahun yang paling ekstrim sehingga data inilah yang digunakan untuk analisa selanjutnya.

4.3 Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di jalan Ampera dibelakang Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir < Q tampung saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

Tabel 4.11: Data Hidrolika Penampang Saluran 1 Drainase

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1	Periode Ulang			10
2	Luas Catchment Area	A	Km ²	0.225
3	Panjang Aliran	L	Km	0.01
4	Curah Hujan Rencana	R	Mm/hari	181.15
5	Koef. Limpasan Rata – rata	C		0.95
6	Slope/Kemiringan Saluran	S		0.001

Tabel 4.11: *Lanjutan*

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
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 Menggunakan rumus Mononobe Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe, yaitu:

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

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

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

3. Luas catchment area dihitung berdasarkan luas jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Panjang lintasan jalan yang diteliti adalah 100 meter dengan batas daerah yang diteliti sepanjang 30 m dan lebar jalan 3 meter

4. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:

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

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

$$Q_P = 0.059 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.12: Data Hidrolika Penampang Saluran 2 Drainase

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1	Periode Ulang			10
2	Luas Catchment Area	A	Km ²	0.225
3	Panjang Aliran	L	Km	0.01
4	Curah Hujan Rencana	R	Mm/hari	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:

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

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

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

2. Intensitas Hujan Menggunakan rumus Mononobe Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe, yaitu:

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

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

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

3. Luas catchment area dihitung berdasarkan luas jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Panjang lintasan jalan yang diteliti adalah 100 meter dengan batas daerah yang diteliti sepanjang 30 m dan lebar jalan 3 meter

4. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:

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

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

$$Q_p = 0.059 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.13: Data Hidrolika Penampang Saluran 3 Drainase

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1	Periode Ulang			10
2	Luas Catchment Area	A	Km ²	0.225
3	Panjang Aliran	L	Km	0.01
4	Curah Hujan Rencana	R	Mm/hari	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:

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

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

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

2. Intensitas Hujan Menggunakan rumus Mononobe Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe, yaitu:

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

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

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

3. Luas catchment area dihitung berdasarkan luas jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Panjang lintasan jalan yang diteliti adalah 100 meter dengan batas daerah yang diteliti sepanjang 30 m dan lebar jalan 3 meter

4. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:

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

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

$$Q_p = 0.059 \text{ m}^3/\text{det}$$

Analisis Kapasitas Penampang Saluran Drainase

Tabel 4.14: 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

a. Luas Penampang

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

$$(A) = 1.2 \times 0.2$$

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

b. Keliling Basah

$$P = b + 2h$$

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

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

c. Jari-jari Hidrolis

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

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

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

d. Kecepatan Aliran

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

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

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

e. Tinggi jagaan (Freeboard)

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

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

$$W = 0.32$$

f. Debit Saluran

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

$$(Q) = 0.12 \times 0.37$$

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

Tabel 4.15: 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

Tabel 4.15: *Lanjutan*

No	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
	Dimensi Saluran			
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

a. Luas Penampang

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

$$(A) = 1.2 \times 0.2$$

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

b. Keliling Basah

$$P = b + 2h$$

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

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

c. Jari-jari Hidrolis

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

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

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

d. Kecepatan Aliran

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

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

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

e. Tinggi jagaan (Freeboard)

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

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

$$W = 0.32$$

f. Debit Saluran

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

$$(Q) = 0.12 \times 0.28$$

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

Tabel 4.16: 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

a. Luas Penampang

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

$$(A) = 1.2 \times 0.2$$

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

b. Keliling Basah

$$P = b + 2h$$

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

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

c. Jari-jari Hidrolis

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

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

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

d. Kecepatan Aliran

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

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

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

e. Tinggi jagaan (Freeboard)

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

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

$$W = 0.32$$

f. Debit Saluran

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

$$(Q) = 0.12 \times 0.28$$

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

Tabel 4.17: Hasil Evaluasi Debit Saluran Dengan Debit Rencana Saluran Drainase Periode Ulang 10 Tahun yang Ditinjau Pada Drainase Jalan Ampera Dibelakang Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

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 (Q_P) periode ulang 10 tahun diperoleh bahwa saluran drainase di jalan Ampera 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. Oleh sebab itu, drainase tersebut harus di benahi ulang. dan memberikan edukasi pada warga sekitar agar tidak membuang sampah ke saluran drainase.

4.4 Pengaruh Air Terhadap Kondisi Aspal

4.4.1 Kondisi Genangan Air



Gambar 4.2: Genangan air di jalan Ampera



Gambar 4.3: Genangan air di jalan Ampera

4.4.2 Kondisi Kerusakan Aspal

4.4.2.1 Butiran Lepas (Raveling)



Gambar 4.4: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.5: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.6: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.7: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.8: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.9: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.10: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.11: Kerusakan Jenis Butiran Lepas



Gambar 4.12: Kerusakan Jenis Butiran Lepas

4.4.2.2. Lubang (Potholes)



Gambar 4.13: Kerusakan Jenis Lubang

4.4.2.3. Tambalan (Patching and Utility cut patching)



Gambar 4.14: Kerusakan Jenis Tambalan



Gambar 4.15: Kerusakan Jenis Tambalan



Gambar 4.16: Kerusakan Jenis Tambalan

4.4.2.4 Retak pinggir (Edge cracks)



Gambar 4.17: Kerusakan Jenis Retak Pinggir



Gambar 4.18: Kerusakan Jenis Retak Pinggir

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

$$\text{Volume Kerusakan: } V = p \times l \times t$$

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

Tabel 4.18: Data Genangan Air Ruas pada jalan Ampera

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. panjang genangan pada jalan ampera ini mengalami pengurangan akibat adanya proses kegiatan peningkatan aspal jalan pada tanggal 4 oktober dari pihak Universitas untuk meningkatkan sarana dan prasarana kampus.

4.4.3 Identifikasi Dampak Genangan Terhadap Kerusakan jalan .

Untuk tinjauan lokasi kerusakan jalan yaitu pada ruas jalan Ampera dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan panjang jalan 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.

4.4.4 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 4.19: Lokasi penelitian di jalan Ampera

4.5. Menentukan Unit Sampel

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

Tabel 4.19: Data ukuran unit sampel

RUAS JALAN		UKURAN UNIT (m x m)		JUMLAH UNIT
Stationer Jalan Ampera (STA) (m)	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 (m ³)	90	
Lebar Jalur (m)	3			

4.6. Menentukan Jumlah Minimum 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 sample yang ditinjau dengan menggunakan rumus:

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

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

$$n = 2.93$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh jumlah minimum unit sampel (n) yang diambil adalah 3 sampel, besarnya sampel yang ingin di tinjau tidak mewakilkan kondisi yang sebenarnya, dengan cukupnya waktu saat penelitian ini maka dapat ditinjau kerusakan yang terjadi di ruas jalan Ampera dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 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 Ampera dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan panjang ruas jalan adalah 100 m.

Tabel 4.20: Persentase perbandingan kerusakan

No	Jenis kerusakan	SL	LUAS (m ²)	Kerusakan (%)
1	Butiran lepas	L		
		M	0.07	1.26
		H	0.93	16.73
2	Penggelupasan	L		
		M		
		H		
3	Lubang	L		
		M	0.08	1.44
		H		
4	Retak diagonal	L		
		M		
		H		
5	Tambalan	L		
		M	3.4	61.15
		H	0.35	6.29
6	Amblas	L		
		M		
		H		
7	Retak memanjang	L		
		M		
		H		
8	Retak berkelok-kelok	L		
		M		
		H		
9	Retak kulit buaya	L		
		M		
		H		
10	Retak slip	L		
		M		
		H		
11	Retak pinggir	L		
		M	0.73	13.13

Tabel 4.20: Lanjutan

No	Jenis kerusakan	SL	LUAS (m ²)	Kerusakan (%)
		H		
12	Kegemukan	L		
		M		
		H		
13	Sungkur	L		
		M		
		H		
	Jumlah		5.56	100

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.

$$DENSITY = \frac{Ad}{As} \times 100\%$$

$$DENSITY = \frac{Ld}{As} \times 100\%$$

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 × 100m = 300 m² , seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 4.21: Pengolahan data nilai density

No	Jenis kerusakan	SL	LUAS (m ²)	Kerusakan (%)	Density (%)
1	Butiran lepas	L			
		M	0.07	1.26	0.023
		H	0.93	16.73	0.31
2	Penggelupasan	L			
		M			
		H			
3	Lubang	L			
		M	0.08	1.44	0.027
		H			

Tabel 4.16: *Lanjutan*

No	Jenis kerusakan	SL	LUAS (m ²)	Kerusakan (%)	Density (%)
4	Retak diagonal	L			
		M			
		H			
5	Tambalan	L			
		M	3.4	61.15	1.13
		H	0.35	6.29	0.12
6	Amblas	L			
		M			
		H			
7	Retak memanjang	L			
		M			
		H			
8	Retak berkelok-kelok	L			
		M			
		H			
9	Retak kulit buaya	L			
		M			
		H			
10	Retak slip	L			
		M			
		H			
11	Retak pinggir	L			
		M	0.73	13.13	0.24
		H			
12	Kegemukan	L			
		M			
		H			
13	Sungkur	L			
		M			
		H			
Jumlah			5.56	100.00	1.85

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.

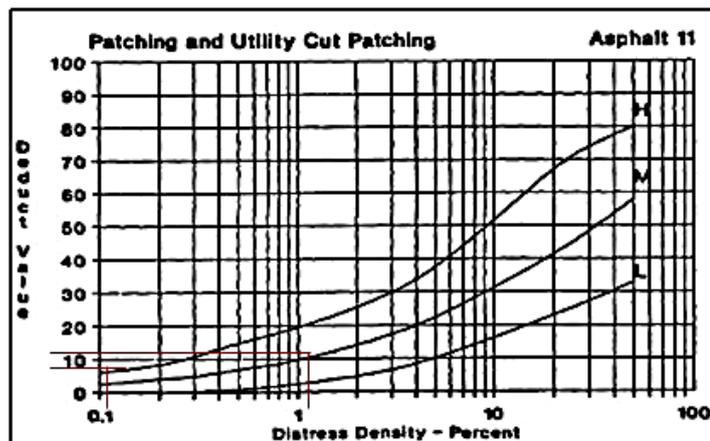
1. Butiran Lepas (Raveling)



Gambar 4.20: Grafik nilai deduct value Raveling

Dari grafik didapatkan nilai deduct value untuk nilai density 0,31 % dengan tingkat severitas high adalah 11.

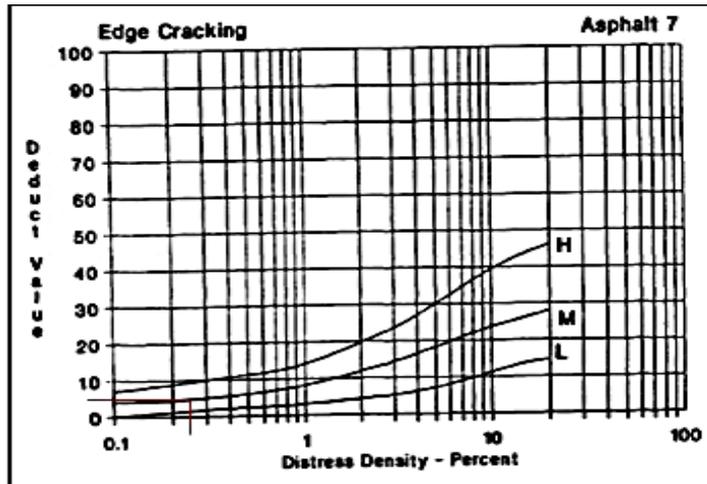
2. Tambalan (Patching)



Gambar 4.21: Grafik nilai deduct value Patching

Dari grafik didapatkan nilai deduct value untuk nilai density 1.13 % dengan tingkat severitas Medium adalah 11, nilai deduct value untuk nilai density 1.13 % dengan tingkat severitas High adalah 8.

3. Retak pinggir (Edge cracks)



Gambar 4.22: Grafik nilai deduct value Edge Crack

Dari grafik didapatkan nilai deduct value untuk nilai density 0,11 % dengan tingkat severitas Medium adalah 5.

4.10. Menghitung Total Deduct Value Untuk Mendapatkan Corrected Deduct Value.

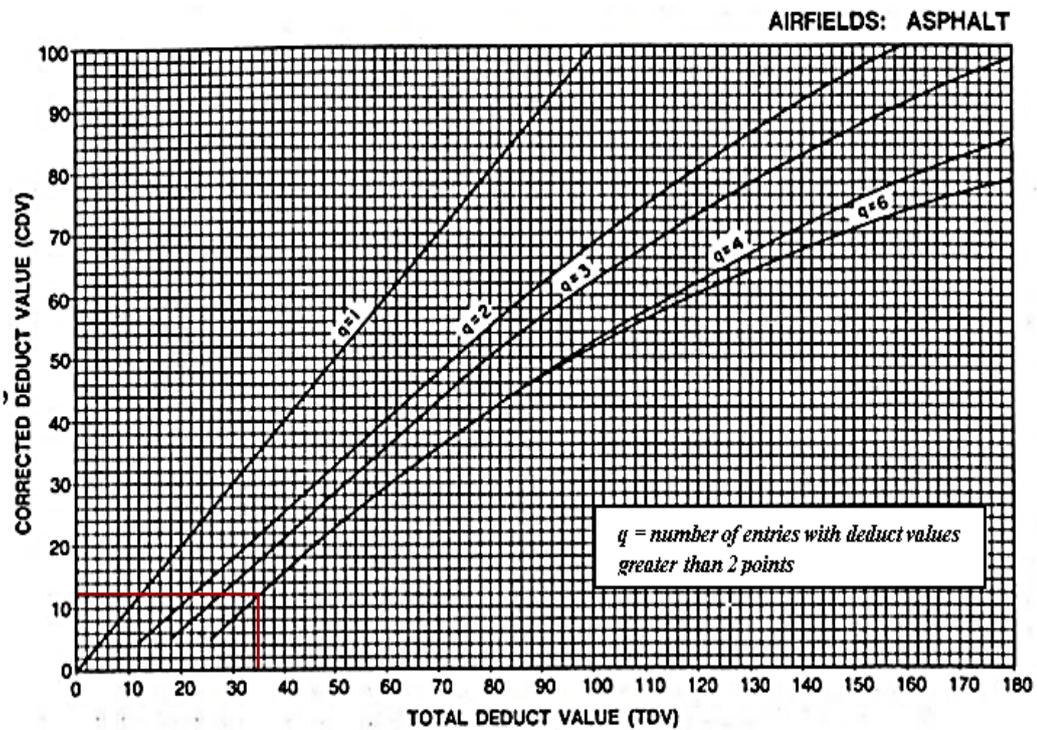
Seluruh nilai deduct value yang telah didapatkan dari jenis kerusakan kemudian dijumlahkan sehingga didapat nilai total deduct value (TDV). Data tersebut kemudian disajikan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.22: Total Deduct Value

Total Deduct Value (TDV)		
Jenis Kerusakan	Severity Level	Q
Butiran lepas	High	11
Tambalan	Medium	11
	High	8
Retak pinggir	Medium	5
Jumlah > 2		4

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).

Dari data diatas didapatkan jumlah $q = 4$, sedangkan dari grafik didapat nilai corrected deduct value (CDV) untuk TDV = 35 adalah 12.



Gambar 4.23: Grafik hubungan antara CDV dengan TDV

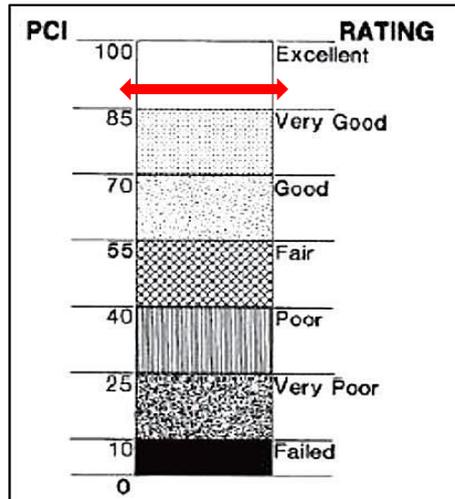
4.11. Menghitung Pavement Condition Index (PCI)

Mengacu pada rumusan 2.3 didapatkan nilai PCI

$$\begin{aligned} \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ &= 100 - 12 \\ &= 88 \end{aligned}$$

4.12. Menentukan Kondisi Perkerasan

Dari nilai PCI yang didapatkan kemudian diplotkan kedalam diagram nilai PCI sehingga didapatkan kategori kondisi perkerasan pada ruas Jalan Ampera dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 4.24: Diagram nilai PCI

Tingkat kondisi perkerasan untuk Jalan Ampera, dibelakang kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, kota Medan dengan nilai PCI = 88 adalah “*Excellent*”, hal ini menunjukkan bahwa secara umum kondisi perkerasan ruas Jalan Ampera dalam kondisi yang bagus sekali.

Kondisi ini dapat terjadi karena ruas jalan yang seharusnya rusak sekarang sudah dilakukan pengaspalan untuk peningkatan jalan, yang tepat berada pada kerusakan vital aspal dan hal ini menghasilkan bahwa kondisi perkerasan ruas jalan dalam kondisi yang bagus sekali, sehingga persentase kerusakan pada jalan Ampera menurun dibandingkan dengan persentase kerusakan sebelumnya yang dapat diketahui cukup tinggi. Sehingga tidak menutup kemungkinan hasil yang didapat adalah 88 atau *Excellent*

Kemudian untuk genangan air yang terjadi di daerah jalan Ampera, karena jalur air menuju saluran drainase (*street inlet*) tidak ada dan walaupun sudah dibuat saluran tetap saja tersumbat.



Gambar 4.25: Hasil pengaspalan jalan Ampera



Gambar 4.26: 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 4.23: Penanganan Kerusakan Jalan

No	Jenis Kerusakan	SL	Usulan Perbaikan
1	Butiran Lepas	M	Perawat permukaan, lapisan tambahan
		H	Penutup permukaan, lapisan tambahan, recycle, rekonstruksi
2	Penggelupasan	L	Tidak perlu adanya perbaikan
3	Lubang	M	Penambalan parsial
4	Retak diagonal	L	Tidak perlu adanya perbaikan
5	Tambalan	M	Tambalan dibongkar
		H	Tambalan dibongkar
6	Amblas	L	Tidak perlu adanya perbaikan
7	Retak memanjang	L	Tidak perlu adanya perbaikan
8	Retak berkelok-kelok	L	Tidak perlu adanya perbaikan
9	Retak kulit buaya	L	Tidak perlu adanya perbaikan
10	Retak slip	L	Tidak perlu adanya perbaikan
11	Retak pinggir	M	Penutupan retak, dan penambahan parsial
12	Kegemukan	L	Tidak perlu adanya perbaikan
13	Sungkur	L	Tidak perlu adanya perbaikan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Distribusi yang didapat dan digunakan untuk menentukan curah hujan dan debit banjir rencana dalam penelitian tugas akhir ini adalah distribusi gumbell.
2. Setelah melakukan penelitian, intensitas curah hujan dan debit banjir rencana yang didapat pada lokasi penelitian adalah 13.85 mm/jam.
3. 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 $0.044 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan untuk nilai Q_{max} yaitu $0,059 \text{ m}^3/\text{det}$ yang artinya hasil tidak memenuhi debit rencana.
4. Pengaruh genangan air yang terjadi terhadap kerusakan aspal antara lain berlubang, retak-retak, terlepasnya lapis permukaan serta kerusakan tepi perkerasan jalan. Tingkat kerusakan jalan Ampera paling besar adalah 61.15% yaitu tambalan (*Patching and Utility cut patching*), dan yang paling kecil adalah 1.44% yaitu lubang (*pothole*).
5. Dari nilai *Pavement Condition Index* (PCI), tingkat kondisi aspal yang ada pada jalan Ampera yaitu berada pada angka 88. Berdasarkan nilainya didapat bahwa kondisi jalan tersebut dalam kondisi “Excellent” atau baik sekali. Kondisi ini dapat terjadi karena ruas jalan yang seharusnya rusak sekarang sudah dilakukan pengaspalan untuk peningkatan jalan, yang tepat berada pada kerusakan vital aspal dan hal ini menghasilkan bahwa kondisi perkerasan ruas jalan dalam kondisi yang bagus sekali, sehingga persentase kerusakan pada jalan Ampera yang sebelumnya tinggi dapat turun secara drastis dibandingkan dengan persentase kerusakan sebelumnya yang ada pada jalan Ampera. sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa nilai yang didapat adalah “Excellent”.

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 tangani dengan maksimal, sehingga memberikan penanganan yang tepat dalam penanganan masalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Husnan, F., & Mali, N. (2013). EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN PERMUKAAN JALAN ISIMU - PAGUYAMAN BERDASARKAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI). 65-78.
- Anonim. 1997. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Gunadarma.
- Arifin, Muhamad. 2018. *Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Di Wilayah Purwokerto*. 8(1): 1907-2368
- Dairizi, Dimitri. 2015. *Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. 3(1): 755-765.
- Komang, N., Kartika, S., Muliawan, I. W., Sagung, A. A., & Rahadian, D. (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*. 2(1).
- Lukman, Anisah. 2018. *Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Helvetia Kota Medan*. Buletin Utama Teknik. 13(2): 163-175.
- Mustofa, Muhammad Jazuli dkk. 2015. *Analisis Hidrologi dan Hidrolika pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi*. 3(2): 303 – 312
- Nurhidayah, dkk. 2009. *Studi Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Di Kota Gorontalo*. 185-200.
- PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NOMOR 12/PUPR/PRT/M/2014 - TENTANG PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN
- Rifai, Risal. 2019. *Evaluasi Kerusakan Jalan Dan Drainase Pada Ruas Jalan Raya Dengan Metode Bina Marga*. Seminar Teknologi, Perencanaan, Lingkungan, Dan Infrastruktur: 2715-4513
- Rozaqi Ahmad. (2018). Pola Jaringan Drainase (Online), <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>, diakses tanggal 30 Juni 2021.

- Sinaga, R. M., & Harahap, R. 2016. *Analisa Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan*. 2(1): 41–49.
- Siregar, Riduan dkk. 2020. *Evaluasi Pengendalian Banjir Di Jalan Pasar V Dusun 12 Desa Tembung*. 15(3): 2598–3814
- Sulistiyatno Aan. 2012. *Studi Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Aspal Dan Perencanaan Subdrain Untuk Ruas Jl. Rungkut Industri Raya, Jl. Rungkut Kidul Raya, Jl. Jemur Sari, Jl. Nginden Raya, Jl. Manyar Dan Jl. Mulyosari Raya*. 1(1): 1-6
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Jakarta: Andi.
- Purnomo, Esti. 2020. *Kajian Sistem Pemeliharaan Drainase Untuk Penanggulangan Banjir Di Kota Medan*. Fokus teknik sipil. 1(2): 2722-6387
- Triyanto, Syaiful, & Rulhendri. (2019). EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN PADA LAPIS PERMUKAAN RUAS JALAN TEGAR BERIMAN KABUPATEN BOGOR. 70-79.
- Wirnanda, I., Anggraini, R., & Isya, M. (2018). ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN JALAN DAN PENGARUNYA TERHADAP KECEPATAN KENDARAAN. *STUDI KASUS: JALAN BLANG BINTANG LAMA DAN JALAN TEUNGKU HASAN DIBAKOI*, 617 - 626.
- Yudaningrum, F., & Ikhwanudin. (2017). IDENTIFIKASI JENIS KERUSAKAN JALAN. *Studi Kasus Ruas Jalan Kedungmundu-Meteseh*, 1-54.
- Yunardhi, H., Alkas, M., & Sutanto, H. (2018). ANALISA KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE PCI DAN ALTERNATIF PENYELESAIANNYA. *STUDI KASUS: RUAS JALAN D.I. PANJAITAN*, 38-47.

LAMPIRAN



Gambar L.1: Survey Data Primer



Gambar L.2: Survey Data Primer



Gambar L.3: Survey Data Primer



Gambar L.4: Survey Data Primer



Gambar L.5: Survey Data Primer



Gambar L.6: Survey Data Primer



Gambar L.7: Survey Data Primer



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI DELI SERDANG

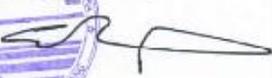
Jl. Meteorologi Raya No. 17 Sampali Deli Serdang – 20371, Telp. 061-6623292
Fax. 061-6614631 Email : staklimspl@gmail.com

Nomor : KL.00.01/2021/KDLS/IX/2021
Lampiran : 1 Berkas
Perihal : *Izin Pengambilan Data Iklim*
Untuk Kegiatan Skripsi

Deli Serdang, 14 September 2021
Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara
di
MEDAN

1. Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Nomor 1007/II.3-AU/UMSU/-07/F/2021 tanggal 03 September 2021 perihal seperti tercantum dalam pokok surat, bersama ini kami sampaikan persetujuan atas pengambilan data iklim di Stasiun Klimatologi Deli Serdang untuk penyusunan skripsi atas nama **Syahid Muammar Al-Hakim Nasution**.
2. Alasan Persetujuan atas permohonan tersebut berdasarkan Syarat Pengenaan tarif Rp. 0,00 (Nol Rupiah) atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak Terhadap Kegiatan tertentu di Lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.
3. Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya diucapkan terima kasih.

BMKG

Kepala Stasiun Klimatologi
Deli Serdang

Syafrinal, SH

Gambar L.8: Surat Pengantar BMKG

PELAYANAN LAYANAN INFORMASI KLIMATOLOG
 DATA CUACA Hujan Maksimum Bulanan (mm/Bulan)
 SUMATERA UTARA

LAMPIRAN II PELAYANAN KEPALA BUDUK
 METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
 NOMOR : KEP-15/TH/VI/2008
 TANGGAL : 31 JULI 2008

Nama Observasi : Balai Serdang
 Nama Stasiun : Sialim Sempati

Lintang : 03° 37' 00,3" LU
 Bujur : 098° 42' 00,3" BT
 Tinggi : - m

Tahun : 2011

54 Tahun : 2000

Tahun	Jan		Feb		Mar		Apr		Maj		Jun		Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des		Masi/Tahun	
	CI	Tgl																								
2011	76	5	31	17	64	3	14	3	29	29	40	30	54	27	39	4	29	27	28	7	63	8	09	27	28	6.460-11
2012	40	1	50	15	42	12	57	17	63	7	09	30	65	9	48	21	50	15	79	4	60	21	24	18	48	7.040-12
2013	26	31	66	16	59	12	63	27	77	30	49	14	58	29	33	30	70	19	71	78	111	11	11	11	11.000-13	
2014	26	26	22	23	53	29	31	13	46	27	49	12	34	17	93	26	66	14	41	26	57	2	165	19	165	10.000-14
2015	48	7	48	10	10	22	12	24	58	76	11	1	86	9	56	4	52	8	76	19	90	23	43	14	91	25.500-15
2016	25	3	71	8	8	7	9	10	47	56	43	14	49	8	54	16	84	9	47	17	57	7	34	18	81	5.580-16
2017	27	24	4	28	40	3	44	6	22	8	64	10	32	25	82	4	34	27	84	13	65	22	135	2	135	2.000-17
2018	28	27	40	23	18	21	68	18	35	23	42	71	62	23	22	34	54	16	140	9	76	12	106	78	147	9.000-18
2019	27	28	20	18	9	1	46	5	159	5	21	22	31	13	65	39	100	4	79	23	50	12	34	16	129	5.000-19
2020	146	29	57	14	16	23	38	78	45	9	38	26	79	27	50	11	73	9	43	20	27	9	74	26	144	29.500-20

Keterangan : CI = Curah Hujan maksimum (mm)

Tgl = Tanggal kejadian hujan maksimum

Sumber : STASION KLIMATOLOGI/STASION



Gambar L.9: Data Curah Hujan BMKG 2011-2020



Gambar L.10: Survey Data Primer



Gambar L.11: Survey Data Primer



Gambar L.12: Survey Data Primer



Gambar L.13: Survey Data Primer



Gambar L.14: Survey Data Primer

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI	
Nama	Syahid Muammar Alhakim Nasution
Tempat, Tanggal Lahir	Padangsidempuan, 26 Mei 1999
Jenis Kelamin	Laki-Laki
Agama	Islam
Alamat	Kelurahan Bonan Dolok, Kec. Padangsidempuan Utara, Kota Padangsidempuan
No.Hp	082277275335
Email	syahidalhakim26@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN	
Nomor Pokok Mahasiswa	1707210128
Fakultas	Teknik
Program Studi	Teknik Sipil
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi	Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Tahun Kelulusan
1	SD Negeri 200117	2011
2	SMP Negeri 4 Padangsidempuan	2014
3	SMA Negeri 1 Padangsidempuan	2017
4	Melanjutkan Pendidikan Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2017 Sampai Selesai