

TUGAS AKHIR

**ANALISA TAMPANG EKONOMIS SALURAN DRAINASE
PADA JALAN PASAR IV MARELAN KECAMATAN
MEDAN MARELAN
(Studi Kasus)**

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD IQBAL AZIS SIHOMBING
1307210117



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Iqbal Azis Sihombing

NPM : 1307210117

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Tampang Ekonomis Saluran Drainase Pada Jalan Pasar
IV Marelan Kecamatan Medan Marelan

Bidang ilmu : Keairan

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

Medan, Februari 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembanding – I

DR.Hj.Rumilla Harahap.M.T

Dosen Pembimbing II/Penguji

Hj. Irma Dewi, ST, M.Si

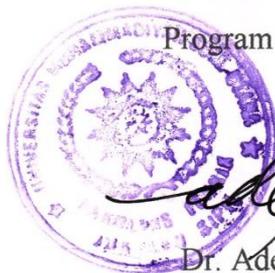
Dosen Pembanding - I

Randi Gunawan.S.T.M.Si

Dosen Pembanding II/Penguji

Dr. Ade Faisal, ST, M,Sc

F



Program Studi Teknik Sipil

Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Mhd. Iqbal Azis Sihombing

Tempat /TanggalLahir : Padang Pulau, 15 Mei 1995

NPM : 1307210117

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Analisa Tampang Ekonomis Saluran Drainase Pada Jalan Pasar IV Marelان Kecamatan Medan Marelان”

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau pun paksaan dari pihak mana pun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Februari 2018



Saya yang menyatakan,

M. Iqbal Azis Sihombing

ABSTRAK

ANALISA TAMPANG EKONOMIS SALURAN DRAINASE PADA JALAN PASAR IV MARELAN KECAMATAN MEADAN MARELAN (Studi Kasus)

Muhammad Iqbal Azis Sihombing
1307210117

Dr. Ruumilla Harahap
Irma Dewi, ST, Msi

Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan. Penataan dan peningkatan efisiensi jaringan drainase kota, khususnya di Kecamatan Medan Marelan perlu segera dilakukan agar permasalahan banjir dan genangan serta segala akibat yang timbul karenanya dapat segera dikurangi atau bila mungkin dihilangkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa tampang ekonomis saluran drainase. Dalam analisis kapasitas tampang saluran, perhitungan dilakukan berdasarkan debit rencana. Berdasarkan perhitungan dan kondisi eksisting di lapangan diperoleh hasil, bahwa saluran drainase kanan dan kiri pada jalan pasar IV Marelan tidak mampu menampung debit rancangan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun. Untuk analisa tampang ekonomis saluran drainase yang dilakukan berdasarkan debit banjir rencana, sehingga didapat debit saluran rencana, Q kanan sebesar $1,1606 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q kiri sebesar $1,1589 \text{ m}^3/\text{det}$. Dari hasil analisa yang dilakukan maka dapat disimpulkan saluran yang direncanakan dapat menampung debit banjir rancangan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun, dengan perbandingan Q saluran rencana $>$ Q periode ulang.

Kata kunci: Perencanaan drainase, debit banjir rancangan, metode rasional.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ECONOMICAL DRAINAGE CHANNELS LOOK AT MARKET STREET IV MARELAN MEDAN MARELAN (CASE STUDY)

Muhammad Iqbal Azis Sihombing
1307210117

Dr. Rumilla Harahap
Irma Dewi, ST, Msi

The growth of cities and industrial development has had a considerable impact on the hydrologic cycle, which has a major impact on urban drainage systems. Structuring and improving the efficiency of city drainage network, especially in the District of Medan Marelan need to be done immediately so that problems of flooding and puddles and all the consequences that arise hence can be reduced or if possible removed. The purpose of this study is to analyze the economic appearance of drainage drainage. In channel capacity analysis, the calculation is based on the plan debit. Based on the calculation and the existing condition of the field obtained the results, that the drainage channel right and left on the road Marelan IV market is not able to accommodate the debit of the return period of 2, 5 and 10 tahun. Untuk analysis of the economic drainage channel based on flood discharge plans, channel plan, right Q of $1.1606 \text{ m}^3 / \text{s}$ and Q left of $1.1589 \text{ m}^3 / \text{s}$. From the result of the analysis, it can be concluded that the planned channel can accommodate the flood discharge design period of 2, 5 and 10 years, With the Q field comparison plan $> Q$ repeated period.

Keywords: drainage planning, design flood discharge, rational method.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Tampang Ekonomis Saluran Drainase Pada Jalan Pasar IV Marelan Kecamatan Medan Marelan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Dr. Rumillah Harahap selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Randy Gunawan, ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, M.Sc yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Arwan Sihombing, dan Sulasmi, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Buat Adinda Rizky Darmawansyah Sihombing dan Syawaluddin Al-Azhar Sihombing yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta doa kepada saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
10. Sahabat-sahabat penulis: Angga Prayuda Nasution, Bayu Prasetyo, Aliaman Siregar, Michel Kasaf, Sayed Mhd Riza Fattah, Pandu Dewantara Manurung, Zulfri Rizki Sahputra, Muhammad Fikri Sembiring, Hendi Maulana, Dan Khaidir Affandi Batu Bara S.T, Deni Rahmadi S.T, Pangeran Agung ST, Muhammad Yusuf, Sri Hardianingsi, Shari Mosyabana S.pd Agung Rahman, Shari Yanti, Reza Aditya Nmc, Sandro Frengky Panjaitan S.H, Dirga J.R Damanik, Indra Gunawan Harahap Nmc, Dimas Pringss Nmc, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, Maret 2018

Mhd. Iqbal Azis Sihombing

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Drainase	5
2.2 Drainase Perkotaan	6
2.2.1 Sistem Drainase Perkotaan	6
2.2.2 Sarana Drainase Perkotaan	7
2.2.3 Sistem Drainase Perkotaan	7
2.2.4 Jenis Drainase	8
2.2.5 Pola Jaringan Drainase	11
2.3 Analisa Hidrologi	13
2.3.1 Siklus Hidrologi	14
2.3.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan	15
2.3.3 Uji Kecocokan Distribusi	21
2.3.3.1 Uji Chi-Square	22
2.3.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorop	24

2.3.4 Daerah Tangkapan Hujan (<i>Catchment area</i>)	25
2.3.5 Koefisien Pengaliran (C)	26
2.3.6 Debit Rencana	26
2.3.6.1 Metode Rasional	27
2.3.7 Intensitas Hujan	28
2.4 Analisa Hidrolika	29
2.4.1 Bentuk Saluran Yang Paling Ekonomi	30
2.4.2 Dimensi Saluran	32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Bagan Alir Penelitian	34
3.2 Lokasi Penelitian	35
3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Studi	35
3.2.2 Batas-batas Daerah	35
3.2.3 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan	35
3.2.4 Jaringan Jalan dan Drainase	36
3.3 Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data	36
3.4 Pengolahan Data	37
3.5 Peta Lokasi Studi	37
BAB 4 ANALISA DATA	39
4.1 Analisa Curah Hujan Rencana	39
4.2 Analisa Frekuensi	40
4.2.1 Distribusi Log Pearson Tipe III	40
4.2.2 Distribusi Gumbel	42
4.3 Pemilihan Jenis Sebaran	45
4.4 Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Ploting Data)	46
4.5 Pengujian Keselarasan Sebaran	47
4.5.1 Uji Kecocokan Chi-Square	47
4.5.2 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	49
4.6 Pengukuran Curah Hujan Rencana	50
4.7 Analisa Debit Rencana	51
4.7.1 Metode Rasional	51
4.8 Intensitas Curah Hujan	51

4.9 Analisa Hidrolika	53
4.9.1 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase	54
4.9.2 Perencanaan Ulang Sistem Drainase	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Nilai Variabel Reduksi Gauss	16
Tabel 2.2: Harga Y_n Berdasarkan Banyaknya Sampel n	18
Tabel 2.3: Priode Ulang Untuk t Tahun	18
Tabel 2.4: Harga <i>Reduce Standart Deviasi</i> (σ_n)	19
Tabel 2.5: Distribusi Log Pearson Tipe III Untuk Koefesien Kemenceng	20
Tabel 2.6: Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Square	23
Tabel 2.7: Nilai Kritis D_0	24
Tabel 2.8: Koefesien Limpasan Untuk Metode Rasional	26
Tabel 2.9: Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan	27
Tabel 2.10: Koefesien Kekasaran Manning	33
Tabel 2.11: Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan	33
Tabel 3.1: Data-data Yang Dikumpulkan	36
Tabel 4.1: Data Curah Hujan Harian Maksimum Dari Stasiun Maritim Belawan	39
Tabel 4.2: Perhitungan Analisa Frekuensi Distribusi Log Pearson Tipe III	40
Tabel 4.3: Perhitungan Analisa Frekuensi Untuk Distribusi Gumbel	42
Tabel 4.4: Kombinasi Priode Ulang Tahunan (mm)	45
Tabel 4.5: Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan	46
Tabel 4.6: Ploting Data	47
Tabel 4.7: Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square Dengan Log Pearson Tipe III	48
Tabel 4.8: Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square Dengan Gumbel	49
Tabel 4.9: Perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov	49
Tabel 4.10: Analisa frekuensi distribusi Log Pearson Tipe III	50
Tabel 4.11: Perhitungan curah hujan rencana Metode Log Pearson Tipe III	50
Tabel 4.12: Perhitungan intensitas curah hujan	52
Tabel 4.13: Perhitungan Q rancangan pada Jalan Pasar IV Marelan	53
Tabel 4.14: Hasil survei drainase di Jalan Pasar IV Marelan	54
Tabel 4.15: Perbandingan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di jalan pasar IV Marelan	57
Tabel 4.16: Dimensi saluran drainase perencanaan	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Drainase Aalamiah Pada Saluran Air	9
Gambar 2.2: Drainase Buatan	9
Gambar 2.3: Pola Jaraingan Drainase	11
Gambar 2.4: Pola Jaringan Drainase Alamiah	12
Gambar 2.5: Pola Jaringan Drainase Radial	12
Gambar 2.6: Pola Jaringan Jaring-jaring	13
Gambar 2.7: Siklus Hidrologi	14
Gambar 2.8: Penampang Persegi Panjang	30
Gambar 2.9: Penampang Trapesium	31
Gambar 3.1: Bagan Alir penelitian	34
Gambar 3.2: Peta Lokasi Studi	38
Gambar 4.1: Saluran Drainase (a) kanan, (b) kiri	54
Gambar 4.2: Saluran Drainase (a) kanan, (b) kiri	58

DAFTAR NOTASI

A	= Luas daerah aliran (Ha)
DK	= Derajat kebebasan
C	= Koefesien aliran permukaan
C_s	= Koefesien tampungan
E _j	= Frekuensi teoritis kelas
G	= Koefesien kemenangan
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
K	= Variabel standart (<i>standart dized variabel</i>)
K_T	= Faktor Frekuensi
k	= Jumlah kelas
n	= Banyaknya tahun pengamatan
n	= Koefesien kekasaran manning
O _j	= Frekuensi pengamatan kelas
P	= Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square
P	= Keliling penampang basah
Q	= Debit (m^3/det)
Q _s	= Debit aliran pada saluran (m/det)
R	= Jari-jari hidrolis (m)
R ₂₄	= Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)
S _d	= Standart devisi
T _c	= Waktu konsentrasi (jam)
T _d	= Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat Pengukuran (jam)
T	= Lamanya hujan (jam)
V	= Kecepatan aliran (m/det)
X^2	= Parameter chi-kuadrat terhitung
x	= Curah hujan rata-rata (mm)
X _i	= Curah hujan maximum (mm)
X	= Nilai rata-rata hitung variat

- X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode T tahunan
- X_t = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)
- \bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variat
- Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun
- Y_t = Besarnya curah hujan rata-rata untuk t tahun (mm)
- Y_n = *Reduce mean deviasi* berdasarkan sampel n
- σ_n = *Reduce standar deviasi* berdasarkan sampel n

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan. Sebagai contoh adalah perkembangan kawasan hunian yang disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya. Hal ini disebabkan karena perkembangan urbanisasi yang menyebabkan perubahan tata guna lahan. Oleh karena itu perkembangan kota harus diikuti dengan peningkatan dan perbaikan sistem drainase.

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air, baik air permukaan (*limpasan/run off*), maupun air tanah (*underground water*) dari suatu daerah atau kawasan. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu kawasan perkotaan. Suatu kawasan perkotaan yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek kesehatan lingkungan permukiman.

Penataan dan peningkatan efisiensi jaringan drainase kota, khususnya di Kecamatan Medan Marelan perlu segera dilakukan agar permasalahan banjir dan genangan serta segala akibat yang timbul karenanya dapat segera dikurangi atau bila mungkin dihilangkan. Sebab permasalahan tersebut menimbulkan banyak gangguan pada masyarakat terutama di bidang kesehatan. Sehingga kawasan tersebut oleh pemerintah setempat dianggap perlu untuk ditanggulangi dan ditangani segera.

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase mempunyai

arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

Banjir sering terjadi pada kawasan tertentu di wilayah perkotaan, seperti kota Medan pada saat musim hujan. Banjir di daerah perkotaan memiliki karakteristik yang berbeda dengan banjir pada lahan alamiah. Untuk daerah perkotaan pada umumnya air hujan yang turun akan dialirkan masuk kedalam saluran-saluran buatan yang mengalirkan air masuk ke sungai. Kontur lahan yang terdapat di daerah perkotaan direncanakan agar air hujan yang turun mengalir ke dalam saluran-saluran buatan tadi. Terjadinya banjir di beberapa titik menjadi suatu permasalahan salah satunya di Jalan Pasar IV Marelan Kecamatan Medan Marelan. Drainase yang tidak berfungsi optimal menjadi salah satu penyebabnya. Selain itu penyebab banjir di beberapa kota di jalan Pasar IV Marelan adalah kondisi drainase (sungai/saluran) yang meliputi sedimentasi, kondisi yang kurang baik (rusak), dimensi yang tidak cukup hambatan aliran akibat bangunan lain.

Sistem jaringan drainase di suatu kawasan sudah semestinya dirancang untuk menampung debit aliran yang normal, terutama pada saat musim hujan. Pada saat musim hujan sering terjadi peningkatan debit aliran maka kapasitas sistem yang ada tidak bisa lagi menampung debit aliran sehingga mengakibatkan banjir di suatu kawasan. Sedangkan penyebab meningkatnya debit antara lain yaitu tingginya intensitas curah hujan dan lamanya waktu konsentrasi sehingga dapat di hitung untuk besar aliran dengan faktor-faktor nilai atau harga yang berbeda-beda diluar kebiasaan, perubahan tata guna lahan. Kerusakan lingkungan pada daerah tangkapan air di suatu kawasan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan keadaan yang telah dibahas pada latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana analisa dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase di Jalan Pasar IV Marelan Kecamatan Medan Marelan.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari lingkup penelitian yang terlalu luas, serta dapat memberikan arah yang lebih baik dan memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tuntutan yang ingin dicapai, maka dilakukan pembatasan dalam ruang lingkup penelitian yang dikerjakan. Adapun batasan ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Studi kasus dilakukan di Jalan Pasar IV Marelan Kecamatan Medan Marelan.
2. Saluran drainase yang dipantau sesuai dengan kondisi eksisting.
3. Saluran drainase Perumahan di Jalan Pasar IV Marelan berupa saluran terbuka.
4. Tidak melakukan analisis volume pekerjaan.
5. Hanya menganalisis dimensi saluran drainase.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisa dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase di Jalan Pasar IV Marelan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis: sebagai studi mahasiswa tentang mata kuliah yang berkaitan dengan analisa sistem drainase yang dipelajari di program studi teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan aplikasi di lapangan.
2. Bagi akademik: sebagai mutu pembelajaran dan referensi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.
3. Bagi masyarakat: sebagai masukan yang dapat digunakan untuk dapat mendesain saluran drainase.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam tugas akhir ini, penulisan tugas akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan dan metodologi penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijabarkan uraian teoritis tentang analisa sistem drainase, yang meliputi penjelasan drainase, debit banjir rencana dan analisa hidrolika saluran drainase.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metodologi mencakup konsep berpikir, pengambilan data, analisa data, dan berbagai pendekatan yang dipakai dalam pelaksanaan pekerjaan.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang pengolahan dan perhitungan terhadap data-data yang dikumpulkan, dan kemudian dilakukan analisis secara komprehensif terhadap hasil-hasil yang diperoleh.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pembahasan bab-bab sebelumnya, dan saran-saran yang berkaitan dengan studi ini dan rekomendasi untuk diterapkan di lokasi studi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Menurut Suripin (2004) dalam bukunya yang berjudul *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah.

Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir.

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain (Suripin, 2004):

- a. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi airtanah.
- b. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- c. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.2 Drainase Perkotaan

Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya yang ada di kawasan kota (Suripin 2004). Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

- a. Permukiman
- b. Kawasan industri dan perdagangan
- c. Kampus dan sekolah
- d. Rumah sakit dan fasilitas umum
- e. Lapangan olahraga
- f. Lapangan parkir
- g. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
- h. Pelabuhan udara.

2.2.1 Sistem Drainase Perkotaan

Standar dan sistem penyediaan drainase kota sistem penyediaan jaringan drainase terdiri dari empat macam, yaitu (Hasmar, 2002):

1. Sistem drainase utama merupakan sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat kota.
2. Sistem drainase lokal merupakan sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian kecil warga masyarakat kota.
3. Sistem drainase terpisah merupakan sistem drainase yang mempunyai jaringan saluran pembuangan terpisah untuk air permukaan atau air limpasan.
4. Sistem gabungan merupakan sistem drainase yang mempunyai jaringan saluran pembuangan yang sama, baik untuk air genangan atau air limpasan yang telah diolah.

2.2.2 Sarana Drainase Perkotaan

Menurut (Hasmar, 2002). Sarana penyediaan sistem drainase dan pengendalian banjir adalah:

1. Penataan sistem jaringan drainase primer, sekunder dan tersier melalui normalisasi maupun rehabilitasi saluran guna menciptakan lingkungan yang aman dan baik terhadap genangan, luapan sungai, banjir kiriman, maupun hujanlokal.

Berdasarkan masing-masing jaringan dapat didefinisikan sebagai berikut:

- a. Jaringan primer merupakan saluran yang memanfaatkan sungai dan anaksungai.
 - b. Jaringan sekunder merupakan saluran yang menghubungkan saluran tersier dengan saluran primer (dibangun dengan beton/plesteran semen).
 - c. Jaringan tersier merupakan saluran untuk mengalirkan limbah rumah tangga ke saluran sekunder, berupa plesteran, pipa dantanah.
2. Memenuhi kebutuhan dasar (*basic need*) drainase bagi kawasan hunian dankota.
 3. Menunjang kebutuhan pembangunan (*development need*) dalam menunjang terciptanya skenario pengembangan kota untuk kawasan andalan dan menunjang sektor unggulan yang berpedoman pada Rencana Umum Tata Ruang Kota.

Sedangkan arahan dalam pelaksanaannya adalah:

- a. Harus dapat diatasi dengan biayaekonomis.
- b. Pelaksanaannya tidak menimbulkan dampak sosial yang berat.
- c. Dapat dilaksanakan dengan teknologi sederhana.
- d. Memanfaatkan semaksimal mungkin saluran yang ada.
- e. Jaringan drainase harus mudah pengoperasian danpemeliharaannya.
- f. Mengalirkan air hujan ke badan sungai yangterdekat.

2.2.3 Sistem Jaringan Drainase Perkotaan

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, (Suripin 2004). yaitu:

1. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran atau badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainasemikro.

2.2.4 Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek (Suripin 2004). Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

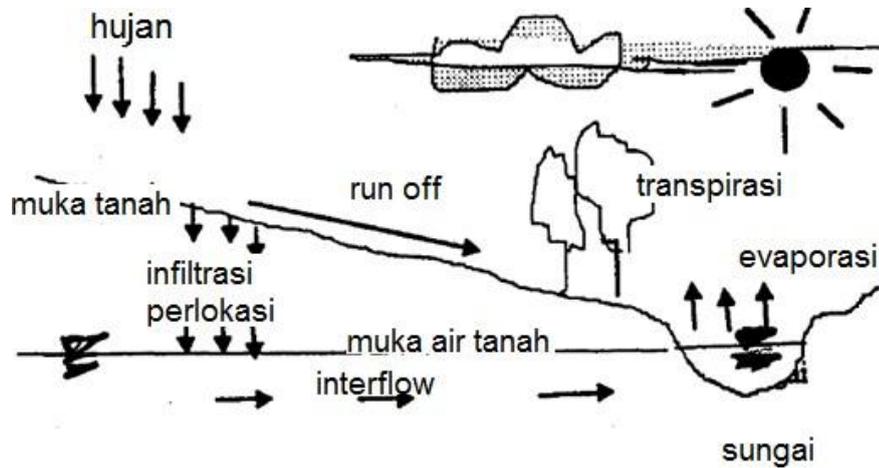
1. Menurut sejarah terbentuknya

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

a. Drainase alamiah (*natural drainage*)

Yakni drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-

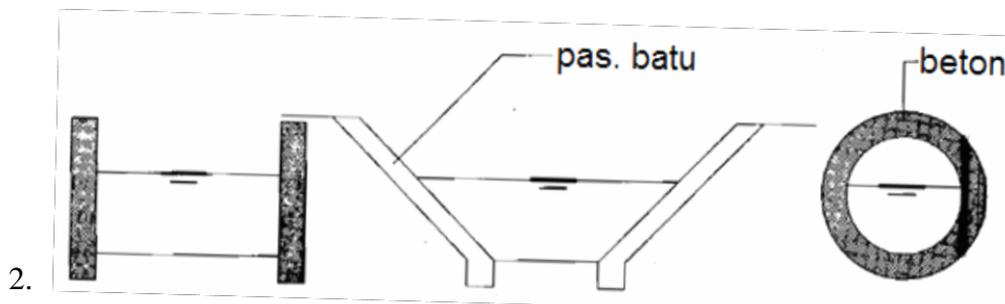
gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.



Gambar 2.1: Drainase Alamiah Pada Saluran Air (Hasmar, 2012).

b. Drainase buatan (*artificial drainage*)

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



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

a. Drainase permukaan tanah (*surfacedrainage*)

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

b. Drainase bawah permukaan tanah (*sub surfacedrainage*)

Saluran ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain Tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

3. Menurut fungsidrainase

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

a. *Singlepurpose*

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

b. *Multipurpose*

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

4. Menurutkonstruksi

Dalam merancang sebuah drainase terlebih dahulu harus tahu jenis kontruksi apa drainase dibuat, berikut ini drainase menurut konstruksi.

a. Saluran terbuka

Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun drainase non hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

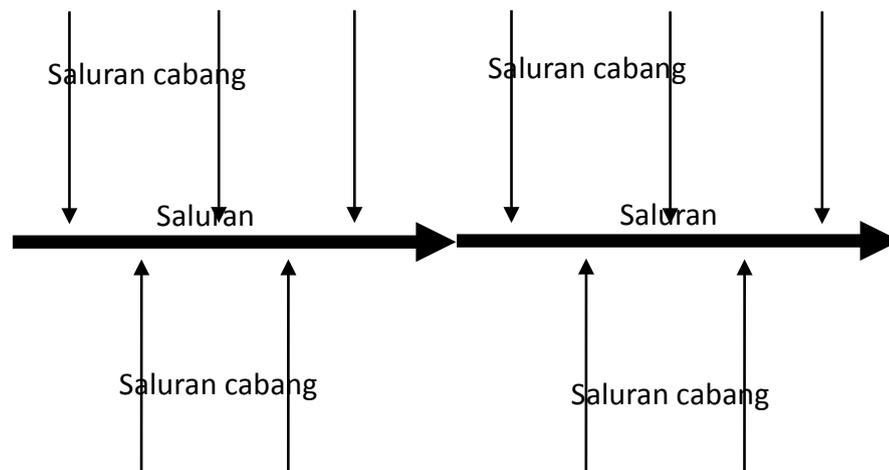
Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran aliran kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

2.2.5 Pola Jaringan Drainase

Jaringan drainase memiliki beberapa pola, yaitu (Hasmar, 2012):

1. Siku

Pembuatannya pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.3: Pola jaringan drainase (Hasmar, 2012).

2. Pararel

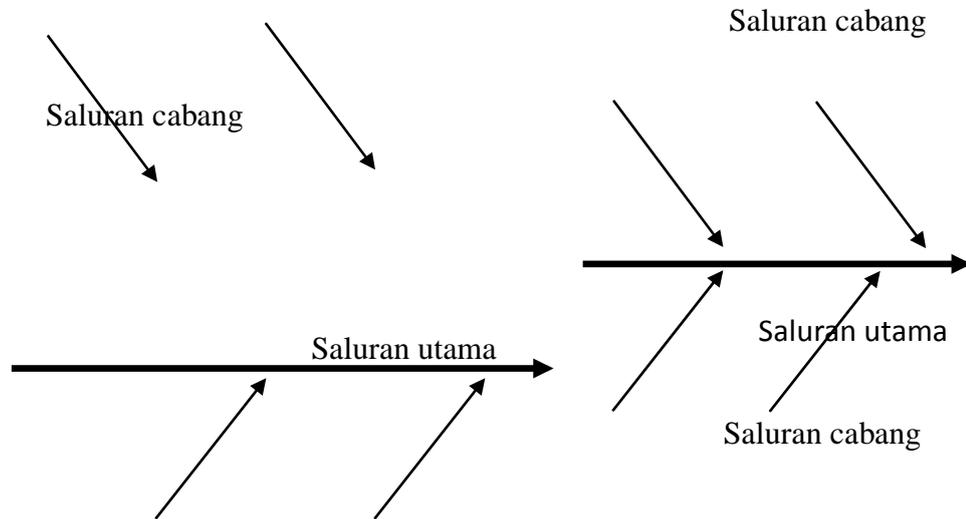
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.

3. GridIron

Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan.

4. Alamiah

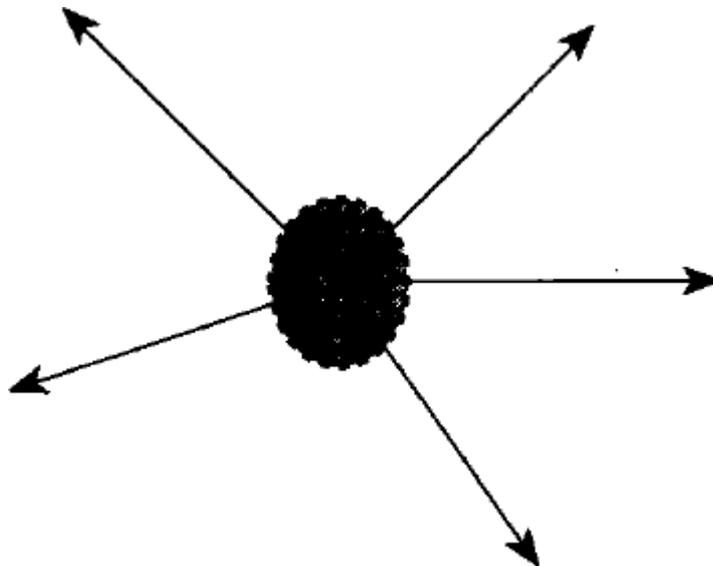
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar



Gambar 2.4: Pola jaringan drainase alamiah (Hasmar, 2012).

5. Radial

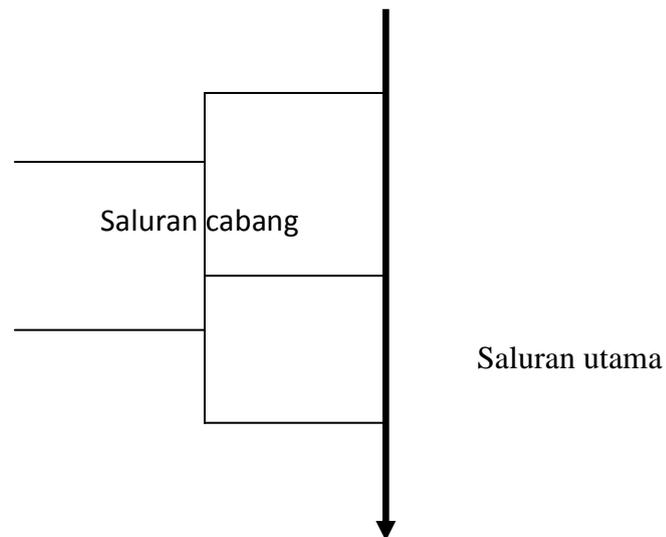
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.



Gambar 2.5: Pola jaringan drainase radial (Hasmar, 2012).

6. Jaring-jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi data



Gambar 2.6: Pola jaringan jaring-jaring (Hasmar, 2012).

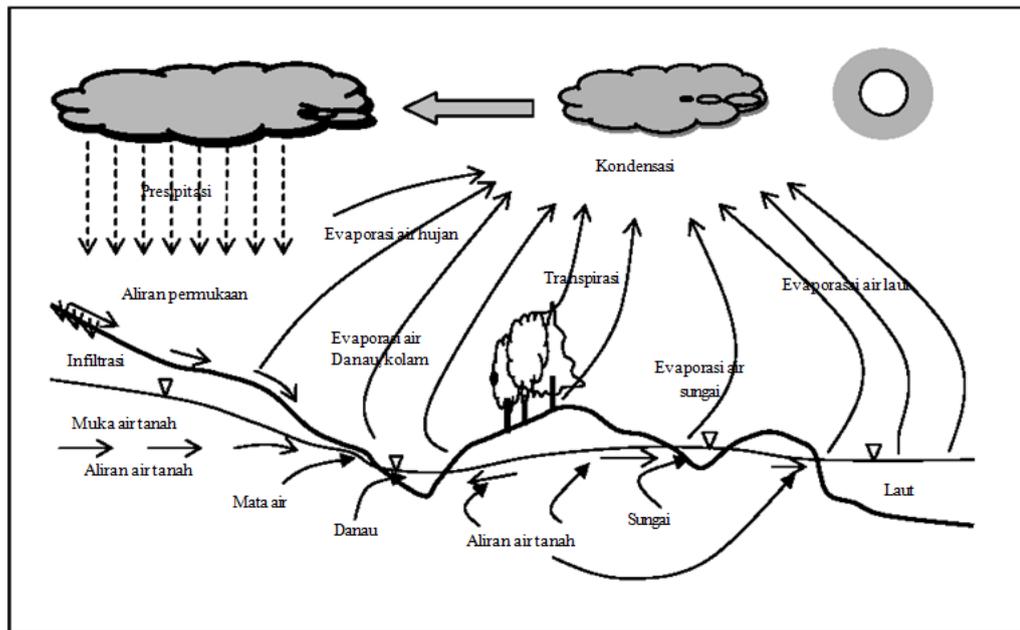
2.3 Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara lain: keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah, di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi. Tanpa kita sadari bahwa sebagian besar perencanaan bangunan sipil memerlukan analisis hidrologi. Analisis hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai bangunan air seperti bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga diperlukan untuk bangunan jalan raya, lapangan

terbang, dan bangunan lainnya. Untuk menyelesaikan persoalan drainase sangat berhubungan dengan aspek hidrologi khususnya masalah hujan sebagai sumber air yang akan di alirkan pada sistem drainase dan limpasan sebagai akibat tidak mempunyai sistem drainase mengalirkan ke tempat pembuangan akhir. Disain hidrologi diperlukan untuk mengetahui debit pengaliran (Hisbulloh, 1995).

2.3.1 Siklus Hidrologi

Dalam perencanaan suatu bangunan air yang berfungsi untuk pengendalian penggunaan air antara lain yang mengatur aliran sungai, pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran yang sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku siklus yang Saluran utamadisebut dengan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah proses yang diawali oleh evaporasi/penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi. Awan terus terproses, sehingga terjadi salju atau hujan yang jatuh ke permukaan tanah. Pada muka tanah air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah, sebagai air *run off* atau aliran permukaan dan sebagian (infiltrasi) meresap kedalam lapisan tanah. Besarnya *run off* dan infiltrasi tergantung pada parameter tanah atau jenis tanah dengan pengujian tanah di laboratorium. Air *run off* mengalir dipermukaan muka tanah kemudian ke permukaan air di laut, danau, sungai. Air infiltrasi meresap kedalam lapisan tanah, akan menambah tinggi muka air tanah didalam lapisan tanah, kemudian juga merembes didalam tanah kearah muka air terendah, akhirnya juga kemungkinan sampai dilaut, danau, sungai. Kemudian terjadi lagi proses penguapan (Hisbulloh, 1995).



Gambar 2.7 Siklus hidrologi (Suripin 2004).

2.3.2 Analisis frekuensi curah hujan

Analisis frekuensi atau distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kecondongan atau kemiringan).

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Berdasarkan ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi (Wesli, 2008):

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Normal
- Distribusi Log Person III
- Distribusi Gumbel.

Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

a. Distribusi Normal

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

$$X_T = X + K_T S \quad (2.1)$$

$$K_T = \frac{X_T - X}{S} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
- X = Nilai rata-rata hitung variat
- S = Deviasi standar nilai variat
- K_T = Faktor frekuensi

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi (K_T) umumnya sudah tersedia dalam tabel disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variablereduced Gauss*), seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Nilai variabel reduksi gauss (Suripin, 2014).

No.	Periode Ulang	T (tahun)	Peluang K_T
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,005	0,995	-2,58
3.	1,010	0,990	-2,33
4.	1,050	0,950	-1,64
5.	1,110	0,900	-1,28
6.	1,250	0,800	-0,84
7.	1,330	0,750	-0,67

8.	1,430	0,700	-0,52
9.	1,670	0,600	-0,25
10.	2,000	0,500	0
11.	2,500	0,400	0,25
12.	3,330	0,300	0,52
13.	4,000	0,250	0,67
14.	5,000	0,200	0,84
15.	10,000	0,010	1,28
16.	20,000	0,050	1,64
17.	50,000	0,020	2,05
18.	100,000	0,010	2,33
19.	200,000	0,005	2,58
20.	500,000	0,002	2,88
21.	1000,000	0,001	3,09

b. Distribusi Log Normal

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

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \quad (2.3)$$

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}}{S} \quad (2.4)$$

Keterangan:

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 = faktor frekuensi

c. Distribusi Gumbel

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

1. Besarnya curah hujan rata-rata dengan rumus:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.5)$$

2. Hitung standar deviasi dengan rumus:

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^2} \quad (2.6)$$

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

$$X_T = x + \frac{Y_T - Y_n}{\sigma_n} Sd \quad (2.7)$$

Keterangan:

X_t = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)

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

Y_n = *Reduce mean deviasi* berdasarkan sampel n

σ_n = *Reduce standar deviasi* berdasarkan sampel n

n = Jumlah tahun yang ditinjau

Sd = Standar deviasi (mm)

x = Curah hujan rata-rata (mm)

X_i = Curah hujan maximum (mm)

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

Tabel 2.2: Harga Y_n berdasarkan banyaknya sampel n (Suripin, 2014).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	,495	,449	,503	,507	,510	,512	,515	,518	,520	,552
20	,523	,525	,526	,528	,529	,530	,532	,533	,534	,535

30	,536	,537	,538	,538	,539	,540	,541	,541	,542	,543
40	,543	,544	,544	,545	,545	,546	,546	,547	,547	,548
50	,548	,549	,549	,549	,550	,550	,550	,551	,551	,551
60	,552	,552	,552	,553	,553	,553	,553	,554	,554	,554
70	,554	,555	,555	,555	,555	,555	,555	,556	,556	,556
80	,556	,557	,557	,557	,557	,558	,558	,558	,558	,558
90	,558	,558	,558	,559	,559	,559	,559	,559	,559	,559
100	560									

Hubungan periode ulang untuk t tahun dengan curah hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Periode ulang untuk t tahun (Suripin, 2004).

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

Harga *reduce standar deviasi* (σ_n) dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Hubungan *reduce standar deviasi* (σ_n) dengan banyaknya sampel (n) (Suripin, 2004).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

10	0,94	0,96	0,98	0,99	1	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,1	1,1	1,1
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,3
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
90	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
100	1,2									

d. Distribusi Log Person III

Distribusi *Log Pearson* Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi *Log Pearson* Tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi *Pearson* tipe III dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma. Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan *Log Pearson* Type III sebagai berikut (Soemarto, 1999).

1. Hitung rata-rata logaritma dengan rumus:

$$\text{Log } X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.8)$$

2. Hitung simpangan baku dengan rumus:

$$\text{Sd} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2} \quad (2.9)$$

3. Hitung Koefisien kemenangan dengan rumus:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) Sd^3} \quad (2.10)$$

4. Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu:

$$\text{Log } X_T = \log X + K \cdot Sd \quad 2.11$$

Keterangan:

LogX = Rata-rata logaritma

n = Banyaknya tahun pengamatan

Sd = Standar deviasi

G = Koefisien kemiringan

K = Variabel standar (*standardized variabel*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemiringan G (Tabel 2.4).

Besarnya harga *K* berdasarkan nilai *G* dan tingkat probabilitasnya dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Distribusi log pearson type III untuk koefisien kemencengan *G* (Suripin, 2004).

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
1,0101		1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G		Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)						
99		80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388

1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
-----	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabel 2.5:Lanjutan.

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

2.3.3 Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Uji kecocokan distribusi ini

dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran analisis curah hujan terhadap simpangan data vertikal maupun simpangan data horizontal. Untuk mengetahui pengujian distribusi terlebih dahulu harus dilakukan plotting data. Jika pengujian telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan distribusi dengan beberapa metode. Maka diketahui apakah pemilihan metode distribusi frekuensi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan dapat diterima atau ditolak. Pengujian parameter yang dipakai adalah uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov (Linsley, 1986).

2.3.3.1 Uji Chi-Square

Uji Chi-Square adalah salah satu uji statistik paramatik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji Chi-Square ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposi sampel. Uji Chi-Square diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata atautkah tidak dengan frekuensi yang diterapkan. Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut dengan Ujichi-square (Mortarcih, 2009).

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

1. Menghitung jumlah kelas dengan Pers. 2.8.

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (2.8)$$

Dimana:

K = Jumlah kelas

n = Banyaknya data

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

5. Menghitung dengan menggunakan Pers. 2.9.

$$X^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \quad (2.9)$$

Dimana:

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

k = Jumlah kelas

O_j = Frekuensi pengamatan kelas

E_j = Frekuensi teoritis kelas

6. Menentukan X^2_{cr} dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (D_k) dengan menggunakan Pers. 2.10.

$$D_k = K - (p + 1) \quad (2.10)$$

Dimana:

D_k = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

p = Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square adalah 2

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan X^2 hitung $< X^2_{cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai X^2 hitung $> X^2_{cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square (Montarich, 2009).

d^k	α derajat kepercayaan							
	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,95}$	$t_{0,025}$	$t_{0,01}$	$t_{0,005}$
1	0,39	0,16	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	24,995
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,598
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718

18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,884	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,852

Tabel 2.6: Lanjutan.

d ^k	α derajat kepercayaan							
	t _{0,995}	t _{0,99}	t _{0,975}	t _{0,95}	t _{0,05}	t _{0,025}	t _{0,01}	t _{0,005}
20	7,434	8,260	9,591	10,851	34,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,497	38,982	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,298	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,264	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,920

2.3.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004). Hal itu dikarenakan nilai uji yang terdapat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Nilai kritis D₀ untuk uji Smirnov-Kolmogorov (Suripin, 2004).

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

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

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

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

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

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

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

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

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

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

2.3.4 Daerah tangkapan hujan (*catchmentarea*)

Catchment area adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dapat dibuang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama.

Untuk menentukan daerah tangkapan hujan tergantung kepada kondisi lapangan suatu daerah dan situasi topografinya / elevasi permukaan tanah suatu wilayah disekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan hujan dan

mengalirkan air hujan kesaluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (*Cathment area*) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau.

2.3.5 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (*runoff coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi). Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari. Koefisien pengaliran mempunyai nilai antara dan sebaliknya nilai pengaliran untuk analisis dipergunakan nilai terbesar atau nilai maksimum (Wesli, 2008). Koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Koefisien limpasan untuk Metode Rasional (Suripin, 2004).

Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien Aliran (c)
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
rumah tunggal	0,30 – 0,50
multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
aspal dan beton	0,70 – 0,65

batu bata, paving	0,50 – 0,70
-------------------	-------------

2.3.6. Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya sebagai debit rencana debit banjir maksimum periode ulang 5 tahun yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 25 kali dalam 100 tahun (Suripin, 2004).

Penetapan debit banjir maksimum periode 100 tahun ini berdasarkan pertimbangan:

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

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

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain. Tabel 2.8 berikut menyajikan standar desain saluran drainase berdasar “Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis”.

Tabel 2.9: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

Luas DAS (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
>500	10 – 25	Hidrograf satuan

2.3.6.1. Metode Rasional

Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merancang debit saluran drainase. Adapun asumsi dari metode rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Secara matematis dapat ditulis dalam Pers. 2.11.

$$Q = 0,00278 C \cdot I \cdot A \quad (2.11)$$

Dimana:

Q = debit (m³/det).

C = koefisien aliran permukaan.

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

A = luas daerah aliran (Ha).

Rumus diatas berlaku untuk daerah yang luas pengalirannya tidak lebih dari 80 Ha, sedangkan untuk daerah yang luas pengalirannya lebih besar dari 80 Ha maka rumus rasional diatas harus dirubah menjadi Pers. 2.12.

$$Q = 0,00278 C \cdot C_s \cdot I \cdot A \quad (2.12)$$

Dimana:

Q = debit (m³/det).

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

A = luas daerah aliran (Ha).

C = koefisien aliran permukaan.

C_s = koefisien tampungan.

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.13)$$

Dimana:

C_s = koefisien tampung.

T_c = waktu konsentrasi (jam)

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

2.3.7 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Intensitas hujan (I) ialah laju rata-rata dari hujan yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi T_c dengan masa ulang tertentu sesuai kebutuhan.

Intensitas hujan adalah termasuk dari karakteristik hujan yang juga terdapat durasi hujan yaitu lama kejadian (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan. Selanjutnya lengkung intensitas hujan adalah grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkungan intensitas hujan kala ulang hujan tertentu (Wesli, 2008).

Intensitas hujan termasuk hal yang terpenting dalam melaksanakan atau menganalisis hidrologi suatu daerah drainase. Maka daripada itu akan dijelaskan teori perhitungan debit rencana, yakni perhitungan curah hujan dengan jangka waktu yang bervariasi untuk menentukan suatu volume debit saluran. Untuk menentukan intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus-rumus empiris

yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \frac{24}{t}^{2/3} \quad (2.14)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam).

t = lamanya hujan (jam).

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

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

2.4 Analisa Hidrolika

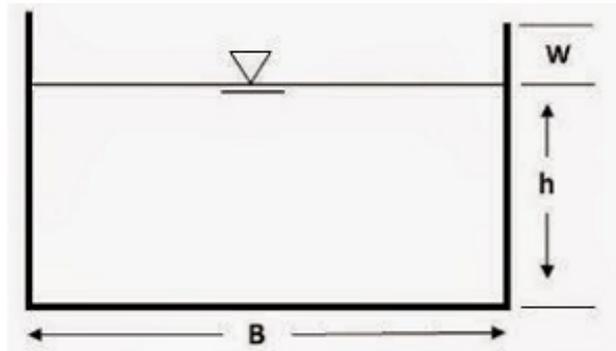
Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera di alirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan. Analisa hidrolika yang dimaksud adalah analisis besarnya dimensi yang paling ekonomis untuk penampang saluran drainase (Triadmodjo, 1993).

2.4.1 Bentuk Saluran yang Paling Ekonomis

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

a. Penampang Berbentuk Persegi

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



Gambar 2.8: Penampang persegi panjang (Suripin, 2004).

Untuk penampang persegi paling ekonomis:

Luas penampang (A):

$$A = B \times h \quad (2.15)$$

Keliling basah (P):

$$P = (2 \times h) + B \quad (2.16)$$

Jari-jari hidrolis R:

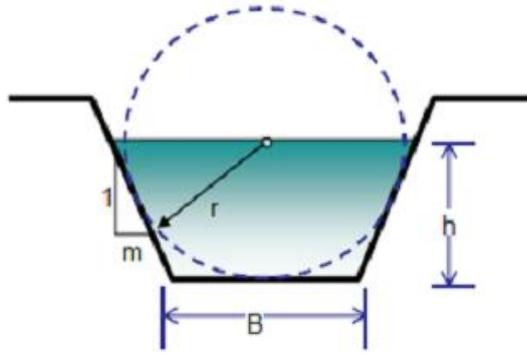
$$R = \frac{A}{P} \quad (2.17)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.18)$$

b. Penampang Berbentuk Trapesium

Luas penampang melintang A dan Keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalaman h dan kemiringan dinding 1 m (Gambar 2.8) dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.9: Penampang trapesium (Suripin, 2004).

Untuk penampang trapesium paling ekonomis:

Luas penampang (A):

$$A = (B+mh)h \quad (2.19)$$

Keliling basah (P):

$$P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1} \quad (2.20)$$

Jari-jari hidrolis (R):

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.21)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.22)$$

2.4.2 Dimensi Saluran

Menurut (Triadmodjo, 1993). Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_T dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan Pers. 2.23.

$$Q_s \geq Q_T \quad (2.23)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan Pers. 2.24.

$$Q_s = A \cdot V \quad (2.24)$$

Dimana:

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

A = luas penampang basah (m^2).

V =kecepatan aliran (m/det).

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan manning Pers. 2.25.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2.25)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/det).

n = koefisien kekasaran manning.

R = jari-jari hidrolis (m).

S = kemiringan dasar saluran.

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan Pers. 2.26.

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.26)$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis (m).

A = luas penampang basah (m^2).

P = keliling penampang basah (m).

Nilai koefisien kekasaran manning n , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.10: Koefisien kekasaran manning (Triadmodjo, 1993).

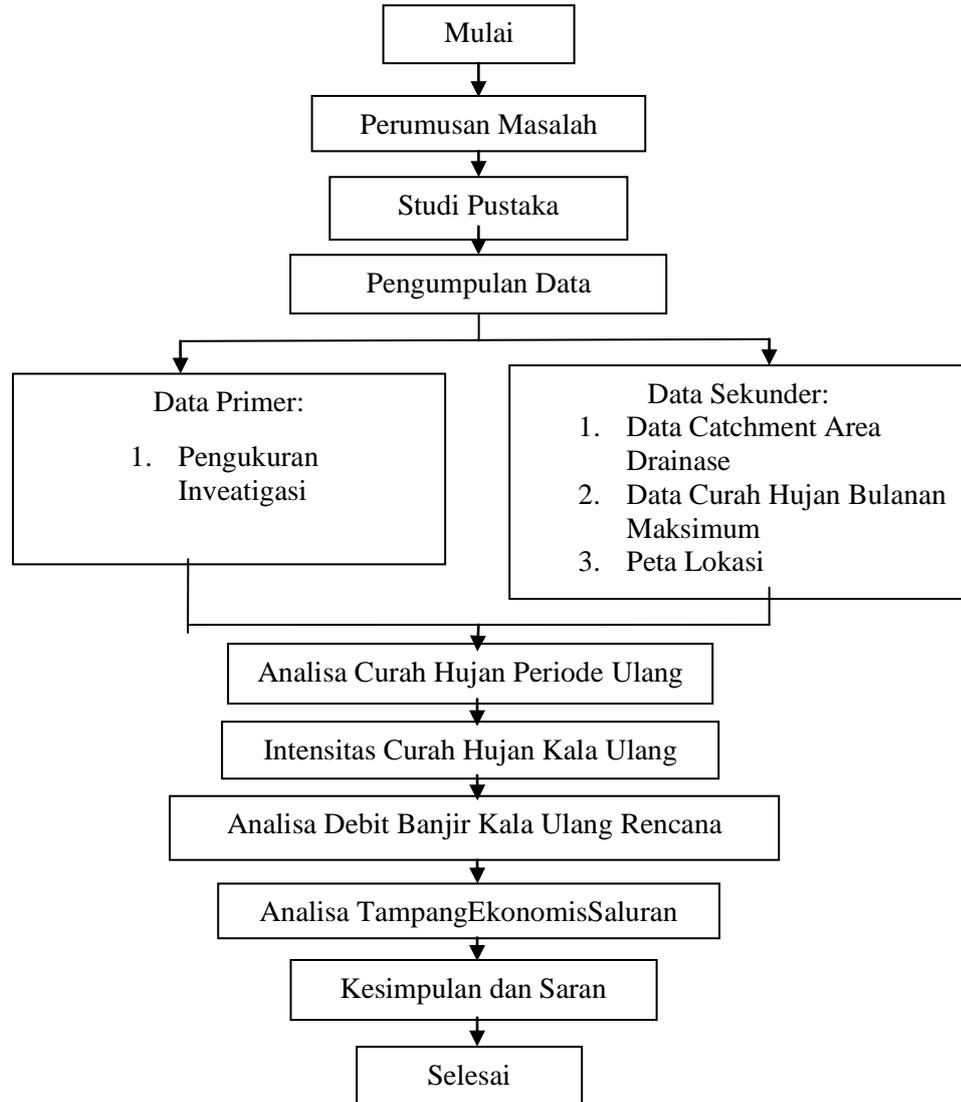
No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapis mortar	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu padas	0,040

Tabel 2.11: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8, 1994).

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

3.1 Bagan Alir Penelitian

Adapun untuk mengetahui tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada jalan pasar IV Marelan secara administratif terletak di Kecamatan Medan Marelan, Kota Medan.

3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Studi

Adapun lokasi studi pada tugas akhir diambil pada area drainase di kawasan jalan pasar IV Marelan yang di pusatkan di Kecamatan Medan Marelan dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi banjir. Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kecamatan Medan Marelan di kawasan jalan pasar IV Marelan didapatkan melalui Sei Semayang.

3.2.2 Batas-batas Daerah

Secara administratif batas-batas lokasi studi yaitu meliputi:

- Sebelah Barat : berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Medan Labuhan
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Medan Helvetia
- Sebelah Utara : berbatasan dengan Medan Belwan

3.2.3 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan

Dilihat dari segi geografis, kota Medan terletak antara $2^{\circ}.27'$ - $2^{\circ}.47'$ Lintang Utara dan $98^{\circ}.35'$ - $98^{\circ}.44'$ Bujur Timur. Kota Medan memiliki luas 26.510 Hektar atau 265,10 km² atau sama dengan 3,6 % dari luas wilayah Propinsi Sumatera Utara. Dengan demikian, dibandingkan dengan kota/kabupaten lainnya, Medan memiliki luas wilayah yang relatif kecil dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Untuk itu topografi kota Medan cenderung miring ke utara dan berada pada ketinggian 2,5-37,5 meter di atas permukaan laut. Oleh karena itu, selain memiliki modal dasar pembangunan dengan jumlah penduduk dan lengkap geografis serta peranan regional yang relatif besar, kota Medan juga memiliki keterbatasan ruang sebagai bagian daya dukung lingkungan.

Penggunaan tanah pada lokasi studi adalah sebagai berikut:

- Bangunan perumahan penduduk

- Usaha-usaha kecil menengah
- Rumah ibadah
- Jalan beraspal

3.2.4 Jaringan Jalan dan Drainase

Jaringan jalan pada lokasi studi terdiri dari jalan utama, yaitu jalan pasar IV Marelان Kecamatan Medan Marelان jalan tersebut mempunyai drainase yang ditempatkan pada kedua sisi jalan, yaitu kanan dan kiri.

Sistem drainase terdiri dari dua macam saluran primer dan saluran skunder. Dimana yang dimaksud dengan saluran primer adalah saluran utama dan saluran skunder adalah saluran yang terdapat pada jalan-jalan gang. Saluran drainase pada sisi jalan utama merupakan drainase pengumpul. Dengan kurangnya perawatan terhadap drainase utama/pengumpul, maka dapat menyebabkan laju air yang mengalir cukup tergantung sehingga menimbulkan terjadinya banjir.

3.3 Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dipakai sebagai bahan analisis dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara observasi langsung di lapangan. Data primer yang dibutuhkan antara lain data eksisting drainase mengenai kondisi fisik prasarana, fungsi prasarana sistem drainase dan kondisi operasi dan pemeliharaan prasarana. Sedangkan data primer diperoleh dari instansi terkait yang diperlukan. Untuk data sekunder yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Data-data yang dikumpulkan.

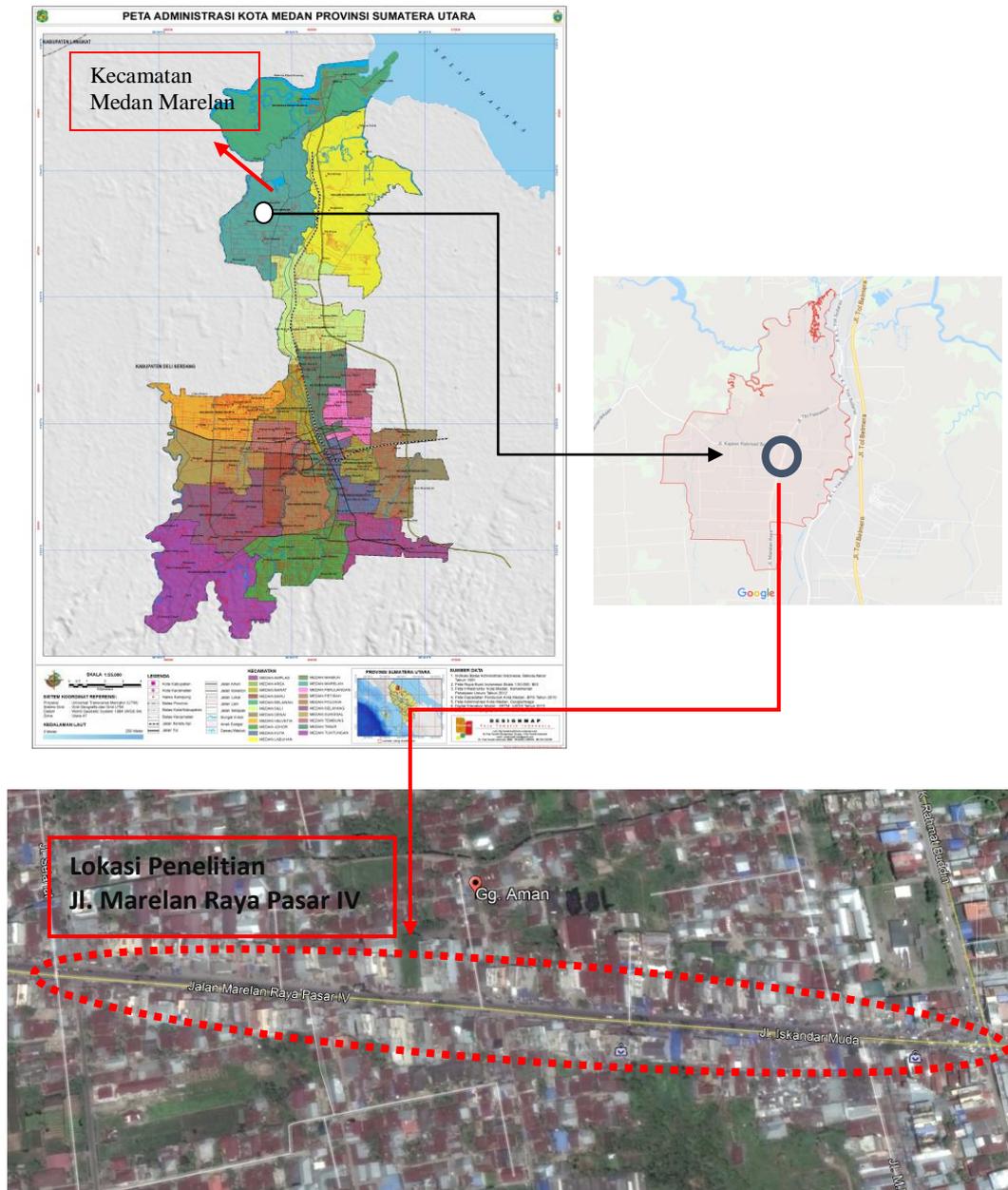
No.	Jenis Data	Sumber Data	Stasiun	Durasi
1.	Curah Hujan Harian Maksimum	BMKG	Sei Semayang	2007-2016
2.	Peta Lokasi	Google Earth Jalan pasar IV Marelan		

3.4 Pengolahan Data

Untuk mengetahui dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase jalan pasar IV Marelan langkah-langkah analisis yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengambilan data curah hujan pada stasiun-stasiun terdekat lokasi studi
2. Melakukan analisis distribusi frekuensi curah hujan yang terdiri dari:
 - a. Gumbel
 - b. Log Pearson III
3. Menentukan jenis distribusi curah hujan yang sesuai dengan melakukan uji distribusi frekuensi, yaitu dengan uji chi kuadrat dan smirnov kolomogrov.
4. Mengalisa waktu konsentrasi dan analisa intensitas curah hujan.
5. Melakukan analisa debit banjir rencana.
6. Analisa hidrolika tampang saluran ekonomis sistem draianse di jalan pasar IV Marelan

3.5 Peta Lokasi Studi



Gambar 3.2 Peta Lokasi

BAB 4
ANALISA DATA

4.1. Analisa Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke n yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu area terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan hujan area. Untuk mendapatkan harga curah hujan area dapat dihitung dengan metode rata-rata aljabar seperti yang terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sei Semayang.

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2007	70
2008	125
2009	86
2010	61
2011	70
2012	90
2013	80
2014	77
2015	117
2016	125
N = 10 Tahun	Total = 901

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian dihitung pola distribusi sebenarnya dengan menggunakan perhitungan analisa frekuensi. Distribusi sebaran yang akan dicari analisa frekuensinya antara lain adalah distribusi Log Pearson Tipe III dan distribusi Gumbel.

4.2. Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu ataupun masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir) seperti yang tersaji pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

4.2.1. Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III.

Tahun	X_i	$\text{Log } X_i$	$\text{Log } X_i - \text{Log } X$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^3$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^4$
2008	478	2.67943	0.12530	0.01570	0.00197	0.00025
2009	352	2.54654	-0.00758	0.00006	0.00000	0.00000
2010	258	2.41162	-0.14251	0.02031	-0.00289	0.00041
2011	386	2.58659	0.03246	0.00105	0.00003	0.00000
2012	207	2.31597	-0.23816	0.05672	-0.01351	0.00322
2013	438	2.64147	0.08735	0.00763	0.00067	0.00006
2014	318	2.50243	-0.05170	0.00267	-0.00014	0.00001
2015	352	2.54654	-0.00758	0.00006	0.00000	0.00000
2016	406	2.60853	0.05440	0.00296	0.00016	0.00001

2017	387	2.58771	0.03359	0.00113	0.00004	0.00000
=						
10	3582	25.42683	-0.11443	0.10829	-0.01367	0.00395

Tahun

Parameter statistik

Curah hujan rata-rata (X)

$$X = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{3582}{10} = 358,2 \text{ mm}$$

Standart deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log} X_i - X)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,10829}{9}} = 0,1097$$

Hitung koefisien kemencengan

$$G = \frac{n \sum_{i=0}^n (\log x_i - \log x)^3}{n-1 (n-2)s^3} = \frac{10 \times -0,01367^3}{9 \times 8 \times 0,1097^3} = -1,4390$$

Koefisien kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} (0,00395)}{0,1097^4} = 2,7303$$

Logaritma hujan atau banjir dengan periode kala ulang T

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

T = 2 Tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,5426 + (-0,128 \times 0,1097)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,5188$$

$$X_2 = 330,1951 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

T = 5 Tahun

$$\text{Log } X_5 = 2,5426 + (0,782 \times 0,1097)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,6285$$

$$X_5 = 425,0907 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

$$T = 10 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,5426 + (1,335 \times 0,1097)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,6891$$

$$X_{10} = 488,7849 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

$$T = 25 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,5426 + (2,991 \times 0,1097)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,8708$$

$$X_{25} = 742,6134 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

$$T = 50 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,5426 + (2,443 \times 0,1097)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,8107$$

$$X_{50} = 646,6260 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

$$T = 100 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,5426 + (2,876 \times 0,1097)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,8581$$

$$X_{100} = 721,3542 \text{ mm}$$

4.2.2. Distribusi Gumbel

Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel.

Tahun	X_i	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
-------	-------	-----------	---------------	---------------	---------------

2008	478	119.8	14352.04	1719374.392	205981052.2
2009	352	-6.2	38.44	-238.328	1477.6
2010	258	-100.2	10040.04	-1006012.01	100802403.2016
2011	386	27.8	772.84	21484.95	597281.7
2012	207	-151.2	22861.440	-3456649.7	522645438.874
2013	438	79.8	6368.040	508169.59	40551933.442
2014	318	-40.2	1616.04	-64965	2611585.282
2015	352	-6.2	38.440	-238.3	1477.6
2016	406	47.8	2284.840	109215.4	5220493.826
2017	387	28.8	829.44	23887.87	687970.7
= 10					
Tahun	3582		59201.60	-2145971	879101114.43

Parameter Statistik

Curah hujan rata-rata (X)

$$X = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{1038}{10} = 358,2 \text{ mm}$$

Standart deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{59201,60}{9}} = 81,1046$$

Koefisien skewness (Cs)

$$C_s = \frac{N}{N-1} \frac{\sum (X_i - X)^3}{(N-2)S^3} = \frac{10 \times -2145971}{9 \times 8 \times 81,1046^3} = -0,5587$$

Koefisien kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} (879101114,43)}{81,1046^4} = 2,0317$$

Dari Tabel 2.2 dan Tabel 2.3, untuk $n = 10$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 2 Tahun

$$Y_{Tr} = 0,3668$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,135$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 2 tahun

$$X_T = X + K.S = 358,2 + ((-0,135) \times 81,1046) = 347,2335 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 5 Tahun

$$Y_{Tr} = 1,5004$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496} = 1,059$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 5 tahun

$$X_T = X + K.S = 358,2 + (1,059 \times 81,1046) = 444,0533 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 10 Tahun

$$Y_{Tr} = 2,2510$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496} = 1,849$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 10 tahun

$$X_T = X + K.S = 352,8 + (1,849 \times 81,1046) = 508,1615 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 25 Tahun

$$Y_{Tr} = 3,1993$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,1993 - 0,4952}{0,9496} = 2,848$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 25 tahun

$$X_T = X + K.S = 352,8 + (2,848 \times 81,1046) = 589,155 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 50 Tahun

$$Y_{Tr} = 3,9028$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,9028 - 0,4952}{0,9496} = 3,588$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 50 tahun

$$X_T = X + K.S = 352,8 + (3,588 \times 81,1046) = 649,2400 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 100 Tahun

$$Y_{Tr} = 4,6012$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{4,6012 - 0,4952}{0,9496} = 4,324$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 100 tahun

$$X_T = X + K.S = 352,8 + (4,324 \times 81,1046) = 220,9421 \text{ mm}$$

Tabel 4.4: Kombinasi periode ulang tahunan (mm).

Periode Ulang (T)	Distribusi Log Person Type III	Distribusi Gumbel
2	330.1951	347.2335
5	425.0907	444.0533
10	488.7849	508.1615
25	742.6134	589.1551
50	646.6260	649.2405
100	721.3542	708.8903

4.3. Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam parameter pemilihan distribusi curah hujan tercantum dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Parameter pemilihan distribusi curah hujan.

Jenis Sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$	-1.4390	Dipilih
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	-0.5587 2.0317	

Berdasarkan parameter data hujan skala normal maka dapat mengestimasi distribusi yang cocok dengan curah hujan tertentu. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah Metode Log Pearson Tipe III.

4.4. Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Plotting Data)

Disamping metode analisis kita juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara plotting pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah penelitian, maka perlu

dilakukan pengeplotan data. Ploting tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok atau yang mendekati garis regresinya. Sebelum melakukan penggambaran, data harus diurutkan terlebih dahulu dari yang terkecil hingga yang paling besar. Penggambaran posisi (*plotting positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh Weinbull dan Gumbel seperti pada Pers.4.1.

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100 \% \quad (4.1)$$

Dimana:

$P(X_m)$ = Data sesudah diurutkan dari kecil ke besar

m = Nomor urut

n = Jumlah data (10)

Untuk mengetahui hasil dari ploting data yang sesuai dengan distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6: Ploting data.

Tahun	X_i	M	(X_i)	$P(X_m)$	$P(X_m)$
2007	478	1	207	9.0909	11.1111
2008	352	2	258	18.1818	22.2222
2009	258	3	318	27.2727	33.3333
2010	386	4	352	36.3636	44.4444
2011	207	5	352	45.4545	55.5556
2012	438	6	386	54.5455	66.6667
2013	318	7	387	63.6364	77.7778
2014	352	8	406	72.7273	88.8889
2015	406	9	438	81.8182	100
2016	387	10	478	90.9091	111.111

Agar lebih meyakinkan, setelah dilakukan ploting data, perlu dilakukan uji keselarasan sebaran (*goodness of fit test*) yaitu dengan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov.

4.5. Pengujian Keselarasan Sebaran

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

4.5.1. Uji Kecocokan Chi-Square

Untuk menguji kecocokan Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Gumbel, maka digunakan uji kecocokan Chi-Square untuk menguji distribusi pengamatan.

Apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Perhitungan uji Chi-Square adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}K &= 1 + 3,322 \log n \\ &= 1 + 3,322 \log 10 \\ &= 4,322 \approx 5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}DK &= K - (p+1) \\ &= 5 - (1+1) \\ &= 3\end{aligned}$$

$$O_j = \frac{n}{K} = \frac{10}{5} = 2$$

$$\Delta X = \frac{(X_{\text{maks}} - X_{\text{min}})}{(K-1)} = \frac{(478-207)}{(5-1)} = 67,75 \approx 68$$

$$\begin{aligned}X_{\text{awal}} &= X_{\text{min}} - \frac{1}{2} \times \Delta X \\ &= 207 - \frac{1}{2} \times 68 \\ &= 173\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_{\text{akhir}} &= X_{\text{maks}} - \frac{1}{2} \times \Delta X \\ &= 478 - \frac{1}{2} \times 68 \\ &= 444\end{aligned}$$

Nilai X^2 cr dicari pada Tabel 2.5 dengan menggunakan nilai $DK = 2$ dan derajat kepercayaan 5%, lalu dibandingkan dengan nilai X^2 hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8. syarat yang harus dipenuhi yaitu X^2 hitung $< X^2$ cr.

Tabel 4.7: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Log Pearson Tipe III.

Kelas	Probabilitas (%)	Jumlah Data		Oj - Ej	$X^2 = \frac{(Oj-Ej)^2}{Ej}$
		Oj	Ej		
1	$66 < x < 84$	2	1	1	1,000
2	$84 < x < 90$	2	1	1	1,000
3	$90 < x < 103$	2	5	9	1,800
4	$103 < x < 151$	2	3	1	0,333
5	$X > 151$	2	0	4	0,000
Jumlah		10	10		4,133

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa $X^2 =$ harga Chi-Square = 4,133 $< X^2$ cr (Tabel 2.5) = 5,991 maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Tabel 4.8: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Gumbel.

Kelas	Probabilitas (%)	Jumlah Data		Oj - Ej	$X^2 = \frac{(Oj-Ej)^2}{Ej}$
		Oj	Ej		
1	$66 < x < 84$	2	2	0	0,000
2	$84 < x < 90$	2	1	1	1,000
3	$90 < x < 103$	2	0	4	0,000
4	$103 < x < 151$	2	1	1	0,000
5	$X > 151$	2	6	16	2,667
Jumlah		10	10		3,667

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa $X^2 =$ harga *chi-square* = 3,667 $< X^2$ cr (Tabel 2.5) = 5,991 maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

4.5.2. Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Tipe III pada daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.9: Perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov.

M	Xi	Log Xi	P(X)	Log Xi	P(X<)	Sd	P'(X)	P'(X<)	D
1	80	1,903	0,091	0,302	0,909	0,102	0,111	0,889	0,020
2	83	1,919	0,182	0,302	1,818	0,102	0,222	1,778	0,040
3	84	1,924	0,273	0,302	2,727	0,102	0,333	2,667	0,061
4	89	1,949	0,364	0,302	3,636	0,102	0,444	3,556	0,081
5	90	1,954	0,455	0,302	4,545	0,102	0,556	4,444	0,101
6	98	1,991	0,545	0,302	5,455	0,102	0,667	5,333	0,121
7	103	2,013	0,636	0,302	6,364	0,102	0,778	6,222	0,141
8	111	2,045	0,727	0,302	7,273	0,102	0,889	7,111	0,162
9	135	2,130	0,818	0,302	8,182	0,102	1,000	8,000	0,182
10	165	2,217	0,909	0,302	9,091	0,102	1,111	8,889	0,202

Dari perhitungan nilai D, tabel, menunjukkan nilai D max = 0,202, data pada peringkat m = 10. Dengan menggunakan data pada tabel untuk derajat kepercayaan 5 % atau $\alpha = 0,05$, maka diperoleh Do = 0,409. Karena nilai D max lebih kecil dari nilai Do kritis ($0,202 < 0,409$), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

4.6. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III, seperti yang terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.10: Analisa frekuensi distribusi Log Pearson Tipe III.

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt) ²	(Log Xi – Log Xrt) ³
1	2007	478	2.6794	0.1253	0.0157	0.0020
2	2008	352	2.5465	-0.0076	0.0001	0.0000
3	2009	258	2.4116	-0.1425	0.0203	-0.0029

4	2010	386	2.5866	0.0325	0.0011	0.0000
5	2011	207	2.3160	-0.2382	0.0567	-0.0135
6	2012	438	2.6415	0.0873	0.0076	0.0007
7	2013	318	2.5024	-0.0517	0.0027	-0.0001
8	2014	352	2.5465	-0.0076	0.0001	0.0000
9	2015	406	2.6085	0.0544	0.0030	0.0002
10	2016	387	2.5877	0.0336	0.0011	0.0000
Jumlah	3582	25.4268	-0.1144	0.1083	-0.0137	
Rata-rata	358,2	2.5427	2.5541			

Rumus Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Pers. 4.2 dan Pers. 4.3.

$$\text{Log}(X_t) = (\text{Log } X_{rt}) + K \times S \quad (4.2)$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} \quad (4.3)$$

Dimana:

X_t = Curah hujan rencana

X_{rt} = Curah hujan rata-rata

K = Koefisien untuk distribusi Log Pearson Tipe III

S = Standar deviasi

Perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Perhitungan curah hujan rencana Metode Log Pearson Tipe III.

No	Periode	Rata-rata Log X_i	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Tipe III	
						Log Rr	Rr (mm)
1	2	2.5427	0.110	0.231	2.5680	369.8142	-1.4390

Tabel Lanjutan 4.11.

No	Periode	Rata-rata Log X_i	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Tipe III	
						Log Rr	Rr (mm)
2	5	2.5427	0.110	0.829	2.6336	430.1531	-1.4390

3	10	2.5427	0.110	1.032	2.6559	452.7549	-1.4390
4	25	2.5427	0.110	1.182	2.6723	470.2570	-1.4390
5	50	2.5427	0.110	1.250	2.6798	478.3678	-1.4390
6	100	2.5427	0.110	1.295	2.6847	483.8685	-1.4390

4.7. Analisa Debit Rencana

Untuk menghitung debit rencana pada penelitian ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

4.7.1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase kawasan Medan Timur adalah 33,3 Ha. Sesuai dengan rumus debit banjir rancangan metode rasional dengan Pers. 4.4.

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

Dimana:

Q = Debit dalam (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

Pada drainase kawasan Jalan Pasar IV Marelan, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,95 sesuai pada Tabel 2.7: Koefisien aliran, dikarenakan daerah permukiman di kawasan Jalan Pasar IV Marelan adalah daerah perkotaan.

4.8. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu waktuan waktu, umpamanya mm/jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas

curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Beberapa rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut:

Metode Mononobe

Rumus untuk mencari intensitas curah hujan Mononobe digunakan Pers. 4.5.

$$I = \frac{R}{24} \times \frac{24}{t_c}^2 \quad (4.5)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = Lamanya curah hujan (menit)

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

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂).

Diketahui data sebagai berikut:

$$t_c = \frac{0,87 \times 1,500^2 \quad 0,385}{1000 \times 0,00}$$

$$t_c = 0,992 \text{ mm/}$$

$$I = \frac{369,8142}{24} \times \frac{24}{0,992}^2$$

$$I = 129,053 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 5 dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Perhitungan intensitas curah hujan.

No	Periode	R ₂₄ (mm)	C	tc (jam)	I (mm/jam)
1	2	369.8142	0.95	0.991765	129.0531836
2	5	430.1531	0.95	0.991765	150.109507
3	10	452.7549	0.95	0.991765	157.9967977

Luas *cathment area* drainase kawasan Jalan Marelan pasar IV Kecamatan Medan Marelan adalah = 9 Ha. Koefisien pengaliran (C) = 0,95(Wilayah perkotaan) Tabel 2.7: Koefisien aliran (C) secara umum (Suripin, 2004).

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

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

$$Q = 0,00278. 0,95. 129,053. 9$$

$$Q = 3,067m^3/det$$

Untuk perhitungan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun tersedia didalam Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Perhitungan Q rancangan pada Jalan Pasar IV Marelan.

No	Periode	L (Km)	C	tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	1.5	0.95	0.991765	129.0531836	9	3.06746512
2	5	1.5	0.95	0.991765	150.109507	9	3.56795287
3	10	1.5	0.95	0.991765	157.9967977	9	3.75542588

4.9. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di kawasan Jalan pasar IV Marelan Kecamatan Medan Marelan dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir < Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

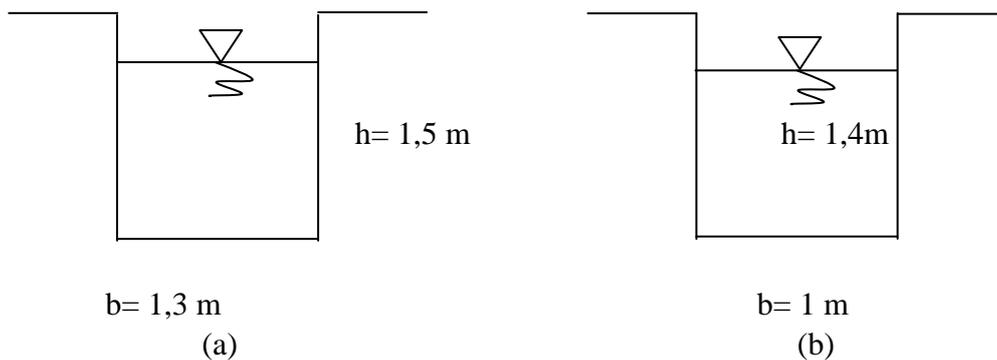
4.9.1 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil survei drainase di Jalan Pasar IV Marelan.

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Jl. Pasar IV Marelan Kanan	1.3	1,5	1,5	Beton
2	Jl. Pasar IV Marelan Kiri	1	1	1,5	Beton

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase dan dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: (a) Saluran sebelah kanan, (b) Saluran sebelah kiri.

a. Saluran Jalan Pasar IV Marelan Kanan

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1,3 \times 1,5$$

$$A = 1,95 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,5) + 1,3$$

$$P = 4,3\text{m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,95}{4,3}$$

$$R = 0,453 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,453^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,0559 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,0559 \times 1,95$$

$$Q = 2,0590 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Saluran Jalan pasar IV Marelan Kiri

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1 \times 1,4$$

$$A = 1,4 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,4) + 1$$

$$P = 3,8\text{m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,4}{3,8}$$

$$R = 0,3$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,368^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,9193 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,9193 \times 1,4$$

$$Q = 1,2871 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.13.

Tabel 4.15: Perbandingan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di jalan pasar IV Marelان.

No	Nama Saluran	Q Tampungan Penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	

1	Drainase Jl.Pasar IV Marelan Kanan	2,0590m ³ /det	3,0675 m ³ /det	3,5680 m ³ /det	3,7554 m ³ /det	Tidak aman untuk 2, 5 dan 10 tahun
2	Drainase Jl.Pasar IV Marelan Kiri	1,2871m ³ /det	3,0675 m ³ /det	3,5680 m ³ /det	3,7554 m ³ /det	Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampung drainase dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10 tahun diketahui bahwa drainase sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit curah hujan.

4.9.2. Perencanaan Ulang Sistem Drainase

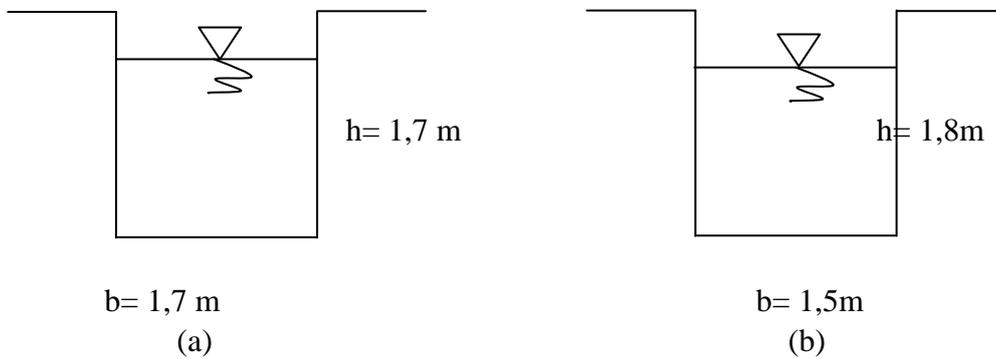
Perencanaan ulang sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang dirancang dapat menampung besar debit banjir rancangan. Apabila nilai Q analisi rancangan < Q analisis tampungan penampung maka saluran dapat dikatakan aman dari banjir. Untuk perhitungan Q tampungan penampung dapat dilihat di dalam Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Dimensi saluran drainase perencanaan.

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Jl.Pasar IV Marelan Kanan	1.7	1.7	1,5	Beton

2	Jl.Pasar IV Marelan Kiri	1.5	1.8	1,5	Beton
---	-----------------------------	-----	-----	-----	-------

Bentuk saluran drainase dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: (a) Saluran sebelah kanan, (b) Saluran sebelah kiri.

a. Saluran Jalan pasar IV Marelan Sebelah Kanan

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1,7 \times 1,7$$

$$A = 2,89 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,7) + 1,7$$

$$P = 5,1 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{2,89}{5,1}$$

$$R = 0,567 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,567^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,2250 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,2250 \times 2,89$$

$$Q = 3,5402 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Saluran Jalan pasar IV Marelان Sebelah Kiri

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1,5 \times 1,8$$

$$A = 2,7 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 0,87) + 1,4$$

$$P = 3,140 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,218}{3,140}$$

$$R = 0,388 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,388^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,9515 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,9515 \times 1,218$$

$$Q = 1,1589 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil *Q* analisis rancangan debit banjir dan *Q* analisis tampungan penampang diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Perbandingan *Q* analisis tampungan penampang dan *Q* analisis rancangan debit banjir di Kawasan Jalan pasar IV Marelan.

No	Nama Saluran	Q Tampungan Penampang	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
1	Drainase Jl.Pasar IV Marelan Sebelah Kanan	1,1606 m ³ /det	0,8136 m ³ /det	1,0080 m ³ /det	1,1481 m ³ /det	Aman untuk 2,5 dan 10 tahun
2	Drainase Jl.Pasar IV Marelan Sebelah Kiri	1,1589 m ³ /det	0,8136 m ³ /det	1,0080 m ³ /det	1,1481 m ³ /det	Aman untuk 2,5 dan 10 tahun

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada bab ini akan dijelaskan uraian dan rangkuman berdasarkan data-data yang dikumpulkan serta hasil pengamatan langsung dilapangan, baik perhitungan secara teknis maupun program, maka penyusun dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil perhitungan dimensi saluran drainase pada kawasan Jalan Pasar IV Marelan Kecamatan Medan Marelan pada periode 2, 5, 10 tahun di sebelah kanan dan kiri masih mampu untuk menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian, dengan tinggi drainase di sebelah kanan adalah 1,7 m dan lebar 1,7 m, sedangkan saluran di sebelah kiri tingginya adalah sebesar 1,8 m dan lebar 1,5 m. Setelah di evaluasi drainase dapat menampung debit banjir.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukannya analisa lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase kawasan Jalan Pasar IV Marelan Kecamatan Medan Marelan.
2. Dari analisa dilapangan terdapat drainase yang tidak berfungsi dengan normal, sehingga perlu dilakukannya pemulihan penampang drainase.
3. Perlu dilakukannya pengerukan dan pembersihan dari sampah yang membuat drainase tidak berfungsi dengan normal, kemudian sampah yang didapat dari hasil pengerukan dibuang pada tempatnya agar tidak kembali menyumbat saluran drainase.
4. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.
5. Menjaga dan memelihara saluran drainase yang ada agar tidak mengalami pelimpahan air atau banjir dengan cara merawat saluran drainase dari sedimentasi yang berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

Suripin (2004) *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Jakarta: Erlangga.

Hasmar (2012) *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Erlangga.

CIVED ISSN 2302-3341 Vol. I, Nomor 1, Maret 2013.

Askari, M. (2003) *Penyediaan Air Bersih*. Padang: FT-UNP.

Linsley, R. K. Dan Franzini, J.B (1989). *Teknik Sumber Daya Air.(Terjemahan)*. 3rd. Jakarta: Erlangga.

Raju, K.G. R. (1986) *Aliran Melalui Saluran Terbuka. (Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.

Hardjosuprpto, M. (1998) *Drainase Perkotaan Volume I*. Bandung: ITB-Press.

Hendrasarie, N. (2005) Evaluasi banjir pada area drainase Kali Kepiting dan Kali Kenjeran Surabaya Timur. *J. Rekayasa Perencanaan* 2(1):1-17.

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

Triatmodjo, B. (1993) *Hidrolika Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

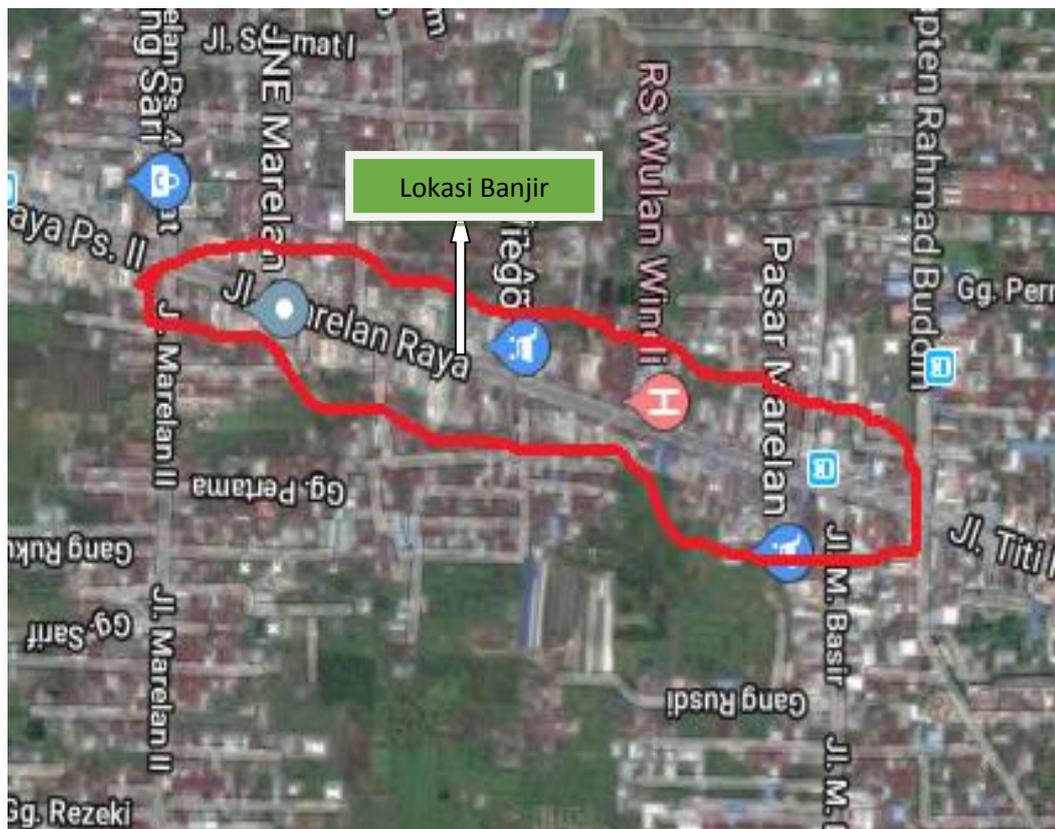
Hisbulloh (1995) *Hidrologi untuk pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramita.

Tabel L1: Data Curah Hujan (Stasiun BMKG Sei Semayang)

Tahun	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2007	31	41	7	60	70	21	55	23	37	35	40	57
2008	31	35	19	45	27	17	25	35	51	60	125	45
2009	80	36	50	0	55	23	27	85	86	75	74	47
2010	61	9	36	59	42	50	49	53	23	47	41	50
2011	43	33	45	55	20	50	28	55	51	70	30	63
2012	25	90	40	25	35	30	55	45	73	65	45	70
2013	60	65	35	35	35	15	30	35	50	80	35	55
2014	10	38	8	60	62	45	16	77	65	62	45	69
2015	82	11	13	40	53	63	32	100	46	63	81	117
2016	65	80	12	58	55	75	36	24	125	95	40	26



Gambar L3: Kondisi saluran drainase sebelah kiri



Gambar L.5: Peta Banjir.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Muhammad Iqbal Azis Sihombing
Panggilan : Iqbal
Tempat, Tanggal Lahir : Padang Pulau 15-05-1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Dusun III Desa Gonting Malaha Kecamatan
Bandar Pulau Asahan
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Arwan Sihombing
Ibu : Sulasmi
No.HP : 082363547739

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1307210117
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mughtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	Madrasah Islamiyah Sigodong-godong	2007
2	SMP	MTS Dinul Islam Gonting Malaha	2010
3	SMA	SMK Negri 2 Kisaran	2013