

**EVALUASI PENAMPANG SALURAN DRAINASE PADA JALAN PULAU NIAS
KELURAHAN BELAWAN BAHARI KECAMATAN MEDAN BELAWAN**

SKRIPSI

OLEH:

**GABRIEL JULESSIO TAMBUNAN
208110048**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/10/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**EVALUASI PENAMPANG SALURAN DRAINASE PADA JALAN
PULAU NIAS KELURAHAN BELAWAN BAHARI KECAMATAN
MEDAN BELAWAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:
GABRIEL JULESSIO TAMBUNAN
208110048

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

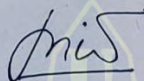
Document Accepted 24/10/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi Penampang Saluran Drainase Pada Jalan Pulau Nias
Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan
Nama : Gabriel Julesio Tambunan
NPM : 208110048
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing



Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T
Pembimbing



Ir. Agus Supriatno, S.T., M.T
Dekan



Ir. Nisa Elnita Wulandari, S.T., M.T
TEKHA Program Studi

Tanggal Lulus: 28 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



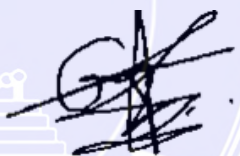
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gabriel Julesio Tambunan
NPM : 208110048
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non Exclusive Royalty Free-Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Penampang Saluran Drainase Pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan edan Belawan. Dengan hak bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan
Pada tanggal: 28 Agustus 2024
Yang menyatakan



(Gabriel Julesio Tambunan)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta Pada tanggal 25 November 2001 dari Ayah Jannes Tambunan dan Ibu July Mariana Sirait. Penulis merupakan putra pertama dari dua bersaudara. Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA/SMK SMA Negeri 3 Medan dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan penulis menjadi pada tahun 2023 Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Revitalisasi Kompleks Stadion Kebun Bunga Kota Medan.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah kebencanaan dengan judul Evaluasi Penampang Saluran Drainase Pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Ir. Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Kepada bapak Prof. Dr. Ir. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area, dan juga bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayahanda Jannes Tambunan, Ibunda July Mariana Sirait serta adik tercinta Freity Gracia Tambunan atas segala doa, motivasi, dan perhatiannya. Kepada Aldean Tegar Gemilang (Dean KT) yang telah memberikan nasehat serta menghibur penulis melalui kanal youtubenanya. Semua rekan stambuk 2020 fakultas teknik sipil Universitas Medan Area yang terus memberikan segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

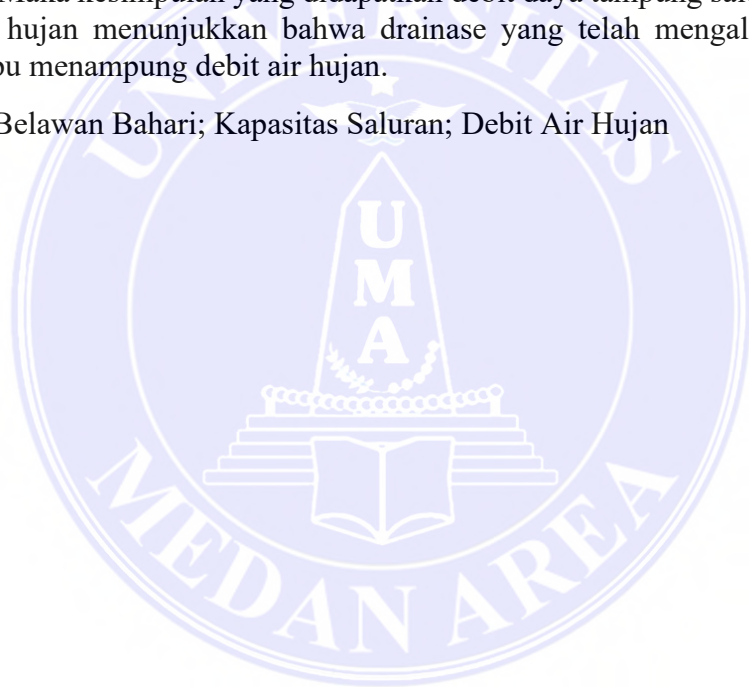
Medan, 28 Agustus 2024
Penulis

Gabriel Julesio Tambunan
208110048

ABSTRAK

Permasalahan banjir ataupun genangan air ialah permasalahan yang tengah dihadapi Kota Medan saat ini, oleh karena itu Pemerintah Kota Medan tengah gencar melakukan revitalisasi pada saluran drainase. Salah satunya terdapat pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan. Tujuan kajian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas penampang saluran drainase pada Jalan Pulau Nias yang telah mengalami revitalisasi ini dapat mampu menampung debit air hujan. Analisa debit air hujan dilakukan dengan menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi yang dipilih Log Pearson Tipe III, serta untuk intensitas curah hujan menggunakan Metode Van Breen. Memperoleh debit air hujan menggunakan metode Rasional. Evaluasi kapasitas penampang saluran dilakukan dengan perhitungan hidrolika sederhana. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh dengan menggunakan periode kala ulang 2 tahun debit air hujan (Q_r) sebesar $0,820 \text{ m}^3/\text{dtk}$, debit daya tampung saluran (Q_s) pada saluran primer sebesar $3,819 \text{ m}^3/\text{dtk}$ serta pada saluran sekunder sebesar $1,733 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Maka kesimpulan yang didapatkan debit daya tampung saluran lebih besar dari debit air hujan menunjukkan bahwa drainase yang telah mengalami revitalisasi tersebut mampu menampung debit air hujan.

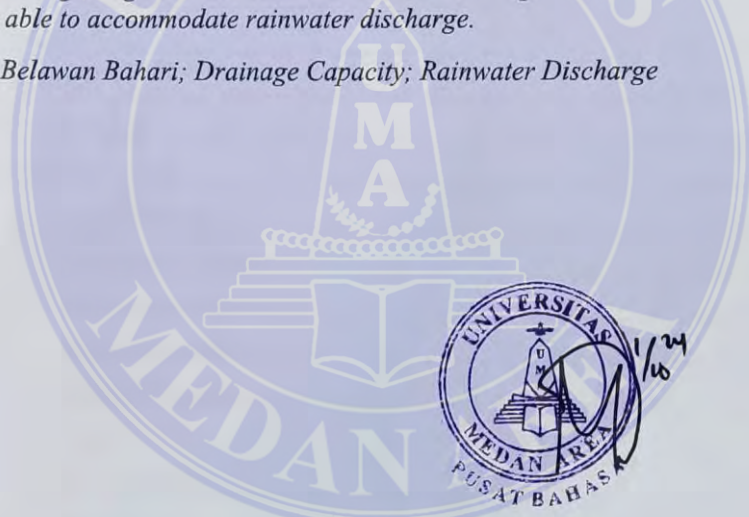
Kata Kunci: Belawan Bahari; Kapasitas Saluran; Debit Air Hujan



ABSTRACT

The problem of flooding or inundation is a problem that is currently facing Medan City, therefore the Medan City Government is aggressively revitalizing the drainage channel. One of them is found on Pulau Nias Road, Belawan Bahari Urban Village, Medan Belawan Subdistrict. The purpose of this study was to determine the cross-sectional capacity of the drainage channel on Pulau Nias Road that has undergone revitalization can accommodate rainwater discharge. Rainwater discharge analysis was carried out by calculating the rainfall plan with the selected distribution method Log Pearson Type III, and for rainfall intensity using the Van Breen Method. Obtaining rainwater discharge using the Rational method. Evaluation of channel cross-sectional capacity was done by simple hydraulics calculations. Based on the results of the research that has been carried out, it was obtained by using a 2-year return period of rainwater discharge (Q_r) of 0.820 m³ / s, channel capacity discharge (Q_s) in the primary channel of 3.819 m³/s and in the secondary channel of 1.733 m³ / s. So the conclusion obtained is that the capacity discharge of the channel can be accommodated. So the conclusion that the channel capacity discharge is greater than the rainwater discharge shows that the revitalized drainage is able to accommodate rainwater discharge.

Keywords: Belawan Bahari; Drainage Capacity; Rainwater Discharge



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Umum	6
2.2 Drainase	7
2.3 Fungsi Drainase	8
2.4 Klasifikasi Drainase	9
2.5 Sistem Drainase	11
2.6 Pola Jaringan Drainase.....	13
2.7 Bentuk Saluran Drainase.....	15
2.8 Genangan Air	17
2.9 Siklus Hidrologi.....	18
2.10 Macam-Macam Siklus Hidrologi.....	20

2.11	Evaluasi Hidrologi	23
2.11.1.	Analisa Frekuensi Curah Hujan	23
2.11.2.	Periode Ulang Hujan	34
2.11.3.	Debit Air Hujan.....	35
2.11.4.	Debit Air Kotor	38
2.11.5.	Waktu Konsentrasi Hujan	39
2.11.6.	Intensitas Hujan.....	40
2.11.7.	Manning	42
2.11.8.	Koefisien Pengaliran (C).....	44
2.12	Daerah Tangkapan Hujan (Catchment Area).....	44
2.13	Analisa Pengujian Kecocokan Sebaran	45
2.14	Uji Chi-kuadrat	45
2.15	Aspek Hidrolika	47
2.15.1	Kecepatan Aliran (V).....	47
2.15.2	Penampang Melintang Saluran	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		52
3.1	Lokasi Penelitian.....	52
3.2	Letak Geografis dan Tata Guna Lahan	52
3.3	Metode Penelitian	53
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	54
3.4.1	Data Primer	54
3.4.2	Data Sekunder	54
3.3	Prosedur Pengumpulan Data.....	55
3.5	Teknik Analisa Data	56
3.5.1	Analisa Frekuensi Hujan	58
3.5.2	Metode Rasional.....	58
3.6	Diagram Alur Penelitian	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		61
4.1.	Data Teknis Saluran	61
4.2.	Analisa Curah Hujan Rencana	61
4.3.	Analisis Distribusi Frekuensi	62
4.3.1.	Distribusi Normal.....	62

4.3.2. Distribusi Log Normal	64
4.3.3. Distribusi Log Pearson Type III.....	67
4.3.4. Distribusi Gumbel	70
4.3.5. Pemilihan Jenis Sebaran	73
4.3.6. Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson Type III.....	74
4.3.7. Debit Air Hujan (Q _r).....	75
4.3.7.1 Analisis Intensitas Curah Hujan (I).....	75
4.3.7.2 Waktu Konsentrasi (T _c)	76
4.3.7.3 Perhitungan Debit Air Hujan (Q _r).....	76
4.4. Analisis Hidrolika	77
4.4.1. Perhitungan Kecepatan Aliran (V).....	77
4.4.2. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran (Q _s)	80
4.4.3. Perbandingan Debit Air Hujan dengan Debit Saluran	81
4.5. Hasil Penelitian	82
4.6. Pembahasan Penelitian.....	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1. Kesimpulan	84
5.2. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1 Jaringan Drainase Siku	13
Gambar 2 Jaringan Drainase Paralel	14
Gambar 3 Jaringan Drainase <i>Grid Iron</i>	14
Gambar 4 Jaringan Drainase Alamiah	15
Gambar 5 Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring	15
Gambar 6 Bentuk Saluran Trapesium	16
Gambar 7 Bentuk Saluran Persegi	16
Gambar 8 Bentuk Saluran Setengah Lingkaran	17
Gambar 9 Bentuk Saluran Segitiga	17
Gambar 10 Siklus Hidrologi	20
Gambar 12 Penampang Saluran Persegi	50
Gambar 13 Penampang Saluran Trapesium	50
Gambar 14 Penampang Saluran Segitiga	51
Gambar 15 Lokasi Penelitian	52
Gambar 16 Daerah Tangkapan Hujan (A)	53
Gambar 16 Kondisi Saluran Drainase Sebelum Revitalisasi	54
Gambar 17 Diagram Alur Penelitian	60
Gambar 18 Grafik Distribusi Normal	64
Gambar 19 Grafik Distribusi Log Normal	66
Gambar 20 Grafik Distribusi <i>Log Pearson Type III</i>	70
Gambar 21 Grafik Distribusi Gumbel	72
Gambar 22 Grafik Perbandingan Distribusi Frekuensi Curah Hujan	73
Gambar 23 Dimensi Saluran Drainase Primer	77
Gambar 24 Dimensi Saluran Drainase Sekunder	79

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Koefisien Pengaliran	26
Tabel 2 Nilai Variabel Reduksi Gauss	27
Tabel 3 Distribusi Log Person Tipe III.....	30
Tabel 4 <i>Reduced Mean</i> , Y_n	32
Tabel 5 <i>Reduced Standard Deviation</i> , S_n	33
Tabel 6 <i>Reduced Variate</i> , Y_{TR}	33
Tabel 7 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	36
Tabel 8 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan	37
Tabel 9 Tipikal harga koefisien kekasaran <i>Manning</i> “n”	43
Tabel 10 Koefisien Pengaliran	44
Tabel 11 Syarat-syarat batas penentuan sebaran	45
Tabel 12 Nilai Kritis untuk distribusi Uji Chi Kuadrat	46
Tabel 13 Curah Hujan Maksimum	55
Tabel 14 Detail Drainase Jalan Pulau Nias	61
Tabel 15 Data Curah Hujan Maksimum.....	61
Tabel 16 Analisa Distribusi Normal.....	62
Tabel 17 Analisis Distribusi Log Normal.....	64
Tabel 18 Analisis Frekuensi Distribusi <i>Log Pearson Type III</i>	67
Tabel 19 Nilai K Koefisien Kemencengan (G) Periode Ulang (T)	68
Tabel 20 Analisis Frekuensi Distribusi Gumbel.....	70
Tabel 21 Nilai Y_n , S_n , Y_{tr} untuk Periode Ulang (T).....	71
Tabel 22 Nilai Curah Hujan Rencana (X_{tr}) dengan Distribusi Frekuensi	73
Tabel 23 Nilai Uji Dispersi Distribusi Frekuensi Curah Hujan.....	74
Tabel 24. Nilai Uji Chi Kuadrat <i>Log Pearson Type III</i>	75
Tabel 25 Hasil Perhitungan	82

DAFTAR NOTASI

X_T	= Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahunan
\bar{x}	= Nilai tengah sampel
Sd	= Standar deviasi sampel
K_T	= Faktor frekuensi
K_T	= Variabel Standar, besarnya bergantung pada koefisien kemiringan
$LogX_T$	= <i>Variate</i> yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.
$LogX$	= Harga rata-rata, $\frac{\sum_{i=1}^n Log(X_i)}{n}$
$Sd Log X$	= Standar deviasi, $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Log(X_i) - Log(X))^2}{n - 1}}$
X_i	= Curah hujan rancangan
X_T	= Besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun
\bar{x}	= Rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan
S	= Simpangan Baku
K	= Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi
Q	= Debit aliran air limpasan (m ³ /detik)
C	= Koefisien <i>run off</i> (berdasarkan standar baku)
I	= Intensitas hujan (mm/jam)
A	= Luas daerah pengaliran (km ²)
0,002778	= Konstanta
Qak	= Debit air kotor pada daerah yang ditinjau (m ³ /det)
Pn	= Jumlah penduduk (jiwa)
Qab	= Debit air bersih (m ³ /detik)
Tc	= Waktu konsentrasi (jam);
L	= Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai ke titik yang ditinjau (km);
S	= Kemiringan rata-rata daerah lintasan air.
Td	= Waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau.
R_{24}	= Curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)
Tc	= Waktu Konsentrasi (jam)
t	= Lama hujan (jam)
a dan b	= Konstanta yang tergantung pada durasi hujan yang terjadi pada DAS
n	= Konstanta
Q	= Debit rencana dengan masa ulang T tahun (m ³ /detik)
C	= Koefisien pengaliran
B	= Koefisien penyebaran hujan

I	= Intensitas selama waktu konsentrasi dalam mm/jam
q_p	= Puncak hidrograf satuan (m ³ /s)
tp	= 0,6 Tc
t_p	= Lama waktu kelambatan (<i>lag time</i>)
Tc	= 0,01947 L ^{0,775} S ^{-0,385}
Tc	= Waktu konsentrasi (menit)
TP	= $\frac{t_r}{2} + t_p$
TP	= Waktu naik (<i>time of rise</i>) (jam)
X_k^2	= Parameter Chi-Kuadrat
O_i	= Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i
E_i	= Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i
V	= Kecepatan aliran (m/detik)
n	= angka kekasaran saluran
R	= Jari-jari hidrolis saluran (m)
S	= Kemiringan saluran
Q	= Debit saluran (m ³ /detik)
A	= Luas penampang basah saluran (m ²)
b	= Lebar dasar saluran
B	= Lebar atas saluran (m)
h	= Tinggi basah saluran (m)
m	= Kemiringan sisi saluran
W	= Tinggi jagaan saluran (m)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Curah Hujan Belawan	xviii
Lampiran 2 Hasil Evaluasi Drainase Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari	xix
Lampiran 3 Peta Ketinggian Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari	xx
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian	xxi
Lampiran 5 Rencana Pengerjaan Saluran Drainase.....	xxiv
Lampiran 6 Arah Aliran Saluran Drainase	xxv
Lampiran 7 Detail Rencana Saluran Drainase.....	xxvi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses menghilangkan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan suatu area dikenal sebagai drainase. Air dapat dikosongkan, dikeringkan, dibuang, atau dialihkan untuk mencapai hal ini. Air hujan disalurkan melalui sistem yang disebut drainase. Sistem ini sangat penting untuk menciptakan suasana yang sehat, terutama di tempat-tempat dengan kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota. Salah satu fasilitas mendasar yang dibuat sebagai sistem untuk memenuhi kebutuhan masyarakat adalah drainase, yang juga merupakan elemen kunci dalam perencanaan kota, yaitu pembangunan infrastruktur.

Secara umum, drainase adalah proses mengurangi dan, atau menghilangkan air berlebih dari suatu wilayah atau sebidang tanah untuk memaksimalkan potensi penggunaan lahan. Selain sebagai sarana untuk membuang air ekstra yang tidak diperlukan di suatu lokasi dan mengatasi masalah yang ditimbulkannya, drainase juga dapat dicirikan sebagai upaya untuk mengatur salinitas air tanah. Banjir dan genangan air yang sering terjadi bukan karena faktor alam yang ekstrem, namun lebih disebabkan oleh permasalahan yang kompleks seperti pendirian bangunan rumah tinggal, dan fasilitas umum yang tidak sesuai dengan tata ruang kota, dimensi saluran drainase yang tidak mampu menampung curah hujan, fasilitas drainase yang terbengkalai, bahkan rusak dan tidak layak.

Permasalahan banjir atau genangan pada Kelurahan Belawan Bahari, sering terjadi terutama di Kawasan Jalan Pulau Nias, Kelurahan Belawan Bahari, yang

merupakan kawasan drainase utama yang memfasilitasi kawasan Belawan Bahari terlihat seperti gambar 1. Diperlukan upaya terencana yang melibatkan penilaian menyeluruh terhadap masalah ini dan pembuatan desain yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah banjir. Penggunaan lahan area drainase dan intensitas curah hujan adalah dua faktor yang memiliki efek terbesar pada perencanaan drainase. Oleh karena itu, dimensi drainase dirancang lebih besar dan sebaliknya jika diketahui bahwa intensitas curah hujan tinggi agar area resapan berjalan secara minimal maupun optimal.

Banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir, diantaranya sebagai berikut curah hujan, kapasitas drainase yang tidak mumpuni, sampah, serta drainase yang tidak terawat ataupun terbengkalai. Saluran drainase pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari, Kecamatan Medan Belawan ini awalnya tidak terawat serta terbengkalai, dan sering terjadi banjir jika adanya musim hujan. Maka, oleh karena itu Pemerintah Kota Medan dalam melakukan revitalisasi (pembenahan) pada drainase dijalan tersebut. Adapun karakteristik drainase pada kawasan Jalan Pulau Nias, yaitu saluran drainase primer sepanjang ± 650 m yang membentang dari Jalan Pulau Nias pada hilir dan pada jalan Pulau Rupal di hulu, dan juga terdapat saluran drainase pada area taman Jalan Pulau Nias sepanjang ± 250 m yang terletak pada area taman dan sebelah kiri ruas Jalan Pulau Rupal.

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis merumuskan judul, Evaluasi Penampang Saluran Drainase Pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan. Evaluasi tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi, agar sistem drainase jalan yang telah mengalami pembenahan

tersebut dapat berfungsi dengan baik sehingga tidak terjadi lagi genangan pada jalan tersebut saat hujan terjadi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang permasalahan diatas, maka dirumuskan beberapa permasalahan tersebut, Adapun permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan saluran drainase primer maupun saluran drainase sekunder yang telah mengalami revitalisasi pada Lingkungan Jalan Pulau Nias dalam menampung debit air hujan?
2. Bagaimana pemeliharaan jaringan sistem drainase, serta peran masyarakat sekitar pasca revitalisasi dilingkungan jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan?
3. Bagaimana kondisi aliran pada jaringan sistem drainase pasca revitalisasi dilingkungan jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan?

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan pada identifikasi masalah agar penelitian ini lebih terarah, maka dalam penelitian ini dibatasi pada evaluasi sistem saluran drainase, hal-hal yang akan dibahas untuk analisisnya hanya mengenai:

1. Data curah dari stasiun penakar hujan yang terdekat dengan Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari, data curah hujan tersebut yang digunakan merupakan data curah hujan 10 tahun terakhir 2014-2023 dari stasiun curah hujan Belawan.

2. Tidak mengevaluasi pasang air laut dikarenakan pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan bahari jauh dari adanya pinggir laut dikarenakan pada daerah tersebut memiliki ketinggian daerah 8-12 mdpl.
3. Mengevaluasi debit banjir rencana yang diperoleh dari hasil debit air hujan pada daerah penelitian khususnya drainase pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari yang telah mengalami pembenahan (revitalisasi).
4. Mengevaluasi perilaku masyarakat pada daerah penelitian yang peduli dalam menjaga kelestarian serta kebersihan drainase yang telah mengalami revitalisasi.
5. Lokasi penelitian ini hanya mengevaluasi saluran drainase yang mengalami revitalisasi pada jalan Pulau Rupert, dengan karakteristik saluran drainase yaitu drainase membentang sepanjang 650 m pada drainase saluran primer serta 250 m pada drainase saluran sekunder yang terletak pada area taman.
6. Evaluasi sistem jaringan drainase dilingkungan jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan hanya menghitung kapasitas tampung saluran drainase, dimensi saluran, dan mengamati kondisi kebersihan lingkungan tersebut.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas dalam permasalahan pasti mempunyai tujuan yang dicapai oleh penulis, adapun maksud tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kinerja dari penampang saluran drainase primer maupun saluran drainase sekunder yang telah mengalami perbaikan (revitalisasi) tersebut dapat mampu menampung debit air hujan pada lokasi penelitian.

2. Untuk mendeskripsikan peran masyarakat dalam pemeliharaan jaringan sistem drainase pasca revitalisasi dilingkungan jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan.
3. Untuk mendeskripsikan kondisi mengenai aliran pada jaringan sistem drainase pasca revitalisasi dilingkungan jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk masyarakat maupun bidang terkait, manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada pihak terkait dalam hal ini pemerintahan setempat mengenai kondisi sistem drainase yang sudah ada saat penelitian.
2. Sebagai evaluasi serta kajian untuk mengetahui kapasitas debit limpasan drainase Jalan Pulau Nias yang nantinya sebagai bahan pertimbangan perancangan ulang drainase tersebut.
3. Sebagai acuan bagi penelitian lanjutan mengenai sistem drainase lingkungan pada lingkup perkotaan.
4. Memberikan informasi terbaru bagi mahasiswa/i Jurusan Teknik Sipil, Universitas Medan Area.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Studi tentang upaya untuk membuang kelebihan air dari suatu penggunaan tertentu dikenal sebagai drainase. Ilmu tentang drainase terapan dengan fokus pada daerah perkotaan dan hubungannya yang erat dengan keadaan lingkungan sosial-budaya yang ditemukan di lingkungan metropolitan dikenal sebagai drainase perkotaan atau terapan. Sebuah sistem pengurusan dan pengalihan air dari daerah perkotaan dikenal sebagai “drainase perkotaan atau terapan”. Area-area ini termasuk tempat parkir, lapangan olahraga, perumahan, komersial, dan industri, kampus dan sekolah, rumah sakit dan fasilitas umum, lokasi militer, energi dan telekomunikasi, dan bandara (Halim, 2012).

Drainase jalan merupakan proses memindahkan air (air hujan, air limbah, ataupun air tanah) ke lokasi yang ada secara umum, yaitu sistem drainase bawah permukaan, dan sistem drainase permukaan. Tujuan dari desain kedua sistem tersebut ialah untuk mengendalikan “air” dalam upaya untuk mengurangi dampak merusak dari air terhadap tanah dasar dan permukaan jalan. Menurut definisi normatif, tanah dasar merupakan lapisan tanah yang telah disiapkan untuk digunakan sebagai badan jalan. Biasanya, tanah dasar berupa tanah asli yang dipadatkan atau timbunan yang diangkut dari lokasi lain, dan kemudian dipadatkan ataupun distabilkan dengan kapur atau bahan lainnya.

Menurut pengamatan, ada dua jenis banjir, yaitu: banjir yang disebabkan oleh alam dan banjir yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase, dan efek pasang surut air laut, semuanya berdampak pada banjir alami. Sementara itu, banjir yang disebabkan oleh

aktivitas manusia disebabkan oleh perilaku yang mengubah lingkungan, termasuk daerah pemukiman di dekat bantaran sungai, perubahan kondisi daerah aliran sungai, kerusakan drainase lahan, kerusakan struktur yang dimaksudkan untuk mencegah banjir, kerusakan hutan dan vegetasi alami lainnya, dan desain sistem pengendalian banjir yang tidak memadai. Banjir merupakan kata yang sangat populer di Indonesia, khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami bencana banjir. Peristiwa ini hampir setiap tahun berulang, namun permasalahan ini belum sampai saat ini belum terselesaikan, bahkan cenderung makin meningkat, baik frekuensinya, luasannya, kedalamannya, maupun durasinya. (Suripin, 2004).

Memperkirakan curah hujan yang diantisipasi diperlukan untuk menilai kapasitas saluran drainase. Curah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menentukan intensitas hujan dan, oleh karena itu, untuk memperkirakan debit yang diinginkan, adalah curah hujan rencana yang dimaksud. Jumlah hujan dalam satuan waktu disebut intensitas hujan. Hujan besar yang terjadi dengan cepat akan menghasilkan volume air yang berbeda dengan hujan kecil yang terjadi secara bertahap. Hujan lebat yang berkepanjangan adalah skenario yang paling ekstrem. Dalam jangka waktu yang lama, hal ini dapat mengakibatkan banjir. Banjir dapat terjadi akibat hal ini.

2.2 Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, secara umum drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan untuk mengurangi kelebihan air, yang berasal dari hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu. Menurut Suripin, 2004 Drainase

juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya sanitasi. Jadi, menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah. Tujuan dari desain kedua sistem tersebut ialah untuk mengendalikan “air” dalam upaya untuk mengurangi dampak merusak dari air terhadap tanah dasar dan permukaan jalan. Menurut definisi normatif, tanah dasar merupakan lapisan tanah yang telah disiapkan untuk digunakan sebagai badan jalan.

Menurut Halim (2012) drainase merupakan ilmu yang mengkaji cara-cara praktis untuk mengurangi kelebihan air di suatu tempat, baik yang berasal dari rembesan, hujan, atau sumber-sumber lain, sehingga tidak mengganggu kemampuan area tersebut untuk berfungsi.

2.3 Fungsi Drainase

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

1. Melindungi suatu daerah (terutama daerah padat penduduk) dari genangan air, erosi dan banjir.
2. Karena aliran air yang lancar, fungsi drainase dapat meminimalkan risiko kesehatan lingkungan dan melindungi terhadap malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
3. Lebih baik menggunakan tanah perumahan yang padat karena dapat mencegah kelembaban.

4. Sistem yang baik dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan meminimalkan kerusakan struktur tanah terhadap jalan dan bangunan lainnya.
5. Pengembangan sistem drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainasenya.
6. Sebagai infrastruktur perkotaan yang berwawasan lingkungan.

2.4 Klasifikasi Drainase

Klasifikasi drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut (Hadi Hardjaja, dalam jurnal Kusumo 2009):

1. Drainase Menurut Sejarah Terbentuknya
 - a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*) merupakan drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Daerah-daerah dengan drainase alamiah yang relatif bagus akan membutuhkan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerah-daerah rendah yang tertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.
 - b. Drainase Buatan merupakan drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu, gorong-gorong, dan pipa-pipa.
2. Drainase Menurut Letak Bangunannya

- a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*) merupakan saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisis *open channel flow* (aliran saluran terbuka).
 - b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*) merupakan saluran drainase yang bertujuan untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa) dikarenakan alasan-alasan tertentu. Ini karena alasan tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran dipermukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, dan taman.
3. Drainase Menurut Konstruksinya
- a. Saluran terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.
 - b. Saluran tertutup ialah saluran yang pada umumnya sering di pakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan).
4. Drainase Menurut Sistem Buangannya
- Pada sistem pengumpulan air buangan sesuai dengan fungsinya maka pemilihan sistem buangan dibedakan menjadi:
- a. Sistem Terpisah (*Separate System*)

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

b. Sistem Tercampur (*Combined system*)

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

c. Sistem Kombinasi (*Pscudo Separate system*)

Sistem kombinasi adalah perpaduan antara saluran air buangan dan saluran air hujan dimana pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan, sedangkan air hujan berfungsi sebagai pengenceran penggelontoran kedua saluran ini tidak bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpipaan *interceptor*.

2.5 Sistem Drainase

Drainase merupakan suatu perlakuan untuk mengurangi air yang berlebihan, baik itu air permukaan maupun air bawah tanah. Air yang berlebihan yang umumnya berupa genangan disebut dengan banjir (Suhardjono, 2013). Air yang berlebihan yang umumnya berupa genangan disebut dengan banjir mengubah ketinggian air, untuk mencegah limpasan air di jalan, jalan dibangun pada ketinggian yang lebih tinggi sejak tahun 300 SM, yang menunjukkan perlunya sistem drainase sejak lama. Adapun permasalahan drainase perkotaan yang sering terjadi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Permasalahan drainase karena ulah manusia, seperti:
 - a. Perubahan tata letak lahan didaerah aliran sungai (DAS).
 - b. Perubahan fungsi saluran irigasi menjadi saluran drainase.
 - c. Pembuangan sampah ke saluran drainase.

- d. Kawasan kumuh (bangunan liar) yang berada di sepanjang sungai atau saluran drainase.
 - e. Infrastruktur drainase yang kurang berfungsi dengan optimal (bendungan dan bangunan air).
2. Permasalahan drainase karena alam, seperti:
- a. Erosi dan sedimentasi.
 - b. Curah hujan.
 - c. Kondisi fisiografi/ geofisik sungai.
 - d. Kapasitas sungai atau saluran drainase yang kurang memenuhi.
 - e. Pengaruh pasang naik serta surut air laut.

Selain permasalahan di atas, salah satu permasalahan yang selalu timbul setiap tahun pada musim hujan adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi drainase yang belum tertangani secara menyeluruh, kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang terjadi di sekitarnya menyebabkan penyumbatan saluran drainase oleh industri maupun sampah rumah tangga. Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase dengan sistem jaringan ialah proses memindahkan air melalui jaringan saluran yang melingkupi struktur-struktur yang berdekatan untuk mengedarkan air di sekitar suatu ruang (wilayah).
2. Drainase dengan sistem resapan ialah sebuah pendekatan drainase air yang melibatkan perembesan air ke dalam tanah. Teknik resapan ini dapat diterapkan

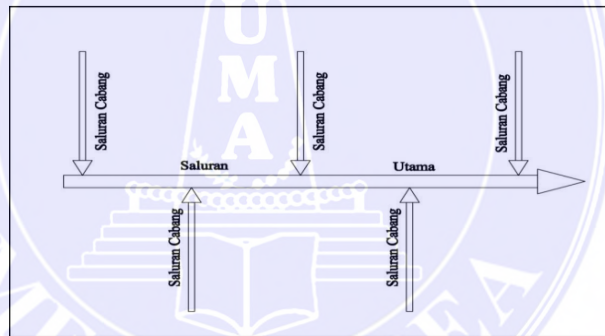
secara langsung pada genangan air permukaan atau melalui lubang resapan dan saluran, (Wesli, 2008).

2.6 Pola Jaringan Drainase

Menurut Rozaqi Ahmad (2018), bahwa ada beberapa pola jaringan drainase diantaranya, sebagai berikut:

1. Jaringan Drainase Siku

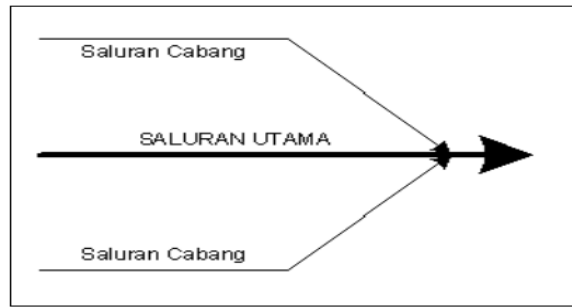
Jaringan yang dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan sungai di sekitarnya. Sungai tersebut nantinya akan dijadikan sebagai pembuangan utama atau pembuangan akhir. Seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Jaringan Drainase Siku (Halim, 2012)

2. Jaringan Drainase Paralel

Jaringan yang memiliki saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Biasanya memiliki jumlah cabang yang cukup banyak dan kecil. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran akan menyesuaikan. Seperti terlihat pada gambar 2.

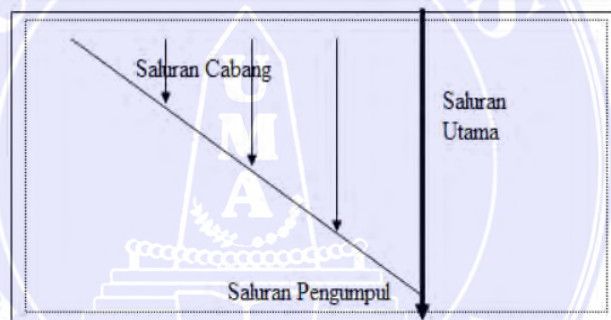


Gambar 2 Jaringan Drainase Paralel (Halim, 2012)

3. Jaringan Drainase *Grid Iron*

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

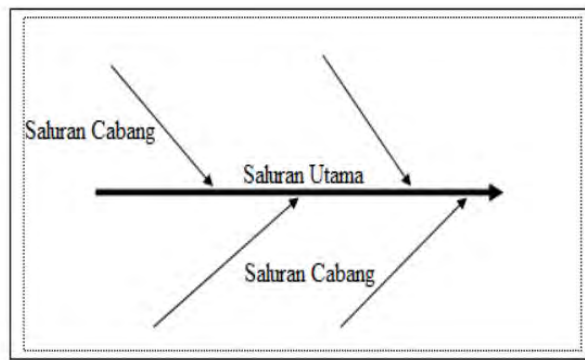
Seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Jaringan Drainase *Grid Iron* (Halim, 2012)

4. Jaringan Drainase Alamiah

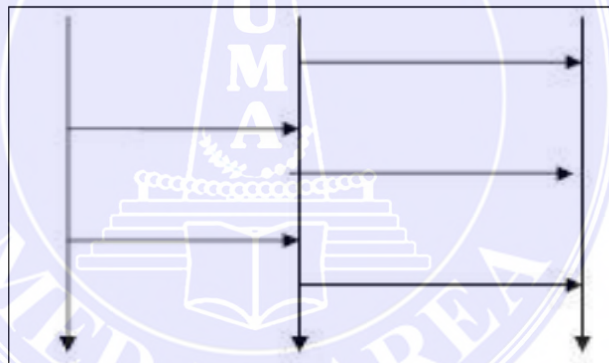
Seperti jaringan drainase siku, hanya saja pada pola alamiah ini beban sungainya lebih besar. Seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 4 Jaringan Drainase Alamiah (Halim, 2012)

5. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Jaringan ini mempunyai saluran-saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya. Jaringan ini sangat cocok untuk daerah dengan topografi datar. Seperti terlihat pada gambar 5.



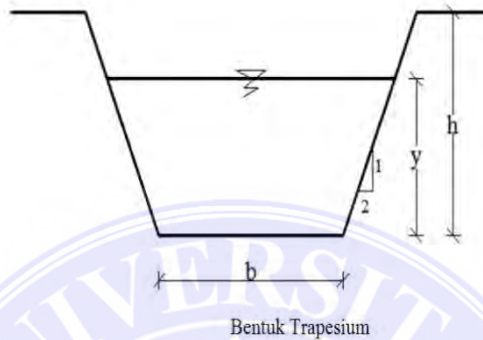
Gambar 5 Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring (Halim, 2012)

2.7 Bentuk Saluran Drainase

Bentuk dari saluran - saluran dimensi drainase sama halnya dengan bentuk saluran irigasi serta dalam perencanaan dimensi saluran harus direncanakan seekonomis mungkin. Adapun bentuk saluran antara lain:

1. Trapesium

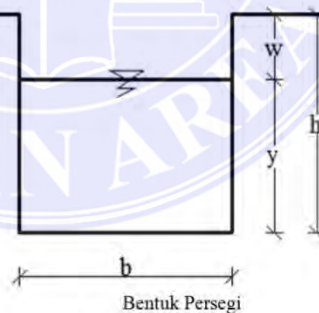
Pada umumnya saluran berbentuk trapesium terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6 Bentuk Saluran Trapesium (Halim, 2012)

2. Persegi

Pada umumnya saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Seperti terlihat pada gambar 7.

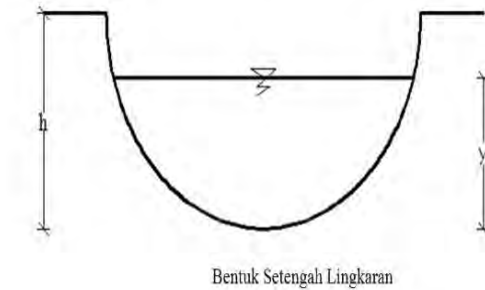


Gambar 7 Bentuk Saluran Persegi (Halim, 2012)

3. Setengah Lingkaran

Saluran setengah lingkaran berfungsi untuk menyalurkan limbah air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini umum digunakan untuk saluran

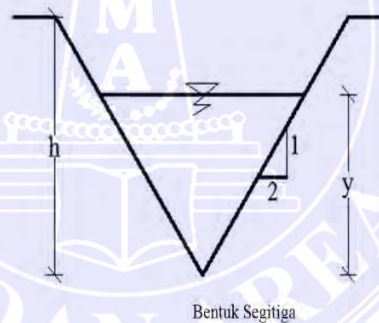
penduduk dan pada sisi jalan perumahan yang padat. Seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8 Bentuk Saluran Setengah Lingkaran (Halim, 2012)

4. Segitiga

Saluran sangat jarang digunakan tetapi mungkin digunakan dalam kondisi tertentu. Seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9 Bentuk Saluran Segitiga (Halim, 2012)

2.8 Genangan Air

Akhirnya terjadi banjir dimana-mana, hal ini terjadi disebabkan oleh intensitas dan frekuensi curah hujannya meningkat. Hujan setempat adalah tempat paling banyak menyebabkan banjir terkhusus pada bulan basah. Bulan Januari-Februari merupakan puncak bulan basah, sehingga jika pada bulan-bulan tersebut terjadi hujan deras kemungkinan terjadi banjir akan lebih besar karena tanah sudah jenuh dengan air.

Genangan air atau banjir adalah kolam-kolam air kecil, akibat dari ketidakmampuan saluran drainase yang ada dalam mengalirkan kelebihan air.

Banjir terjadi saat debit aliran sungai menjadi sangat tinggi, sehingga melampaui kapasitas daya tampung sungai. Akibatnya bagian air yang tidak tertampung melimpah melampaui badan/ bibir/ saluran drainase jalan raya dan pada akhirnya akan menggenangi daerah sekitar aliran yang lebih rendah. Prioritas penanganan drainase umumnya ditujukan untuk mengatasi masalah genangan air, dengan mengutamakan hal-hal sebagai berikut:

1. Genangan yang menyebabkan kerugian dan kerusakan harta benda dan jiwa (terutama pada daerah yang padat penduduk seperti Belawan).
2. Tinggi genangan $> 0,50$ m, luas genangan > 5 % luas wilayah perkotaan, kepadatan penduduk di wilayah perkotaan > 100 jiwa/ha, frekuensi genangan paling sedikit terjadi 2 kali dalam setahun, dan lama genangan > 1 jam.
3. Daerah yang tergenang memiliki nilai sosial, ekonomi, dan politik yang tinggi dan strategis.
4. Daerah dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi.
5. Penanganan harus seimbang terhadap besar investasi yang akan dilindungi.

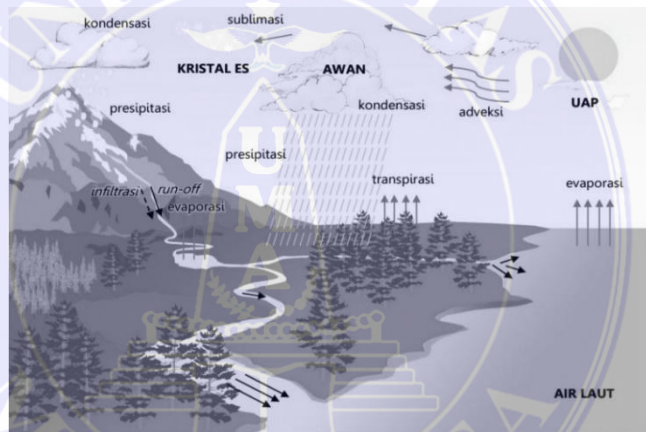
2.9 Siklus Hidrologi

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

Hujan merupakan faktor terpenting dalam siklus hidrologi sehingga pengukuran curah hujan memang perlu dilakukan. Data curah hujan dikumpulkan oleh alat ukur yang tersebar, hanya menghasilkan harga perkiraan di daerah sekitar alat ukur tersebut. Beberapa metode perhitungan banjir rencana diantaranya dengan cara hubungan empiris Hujan-limpasan (Metode Rasional, Weduwen, Melchior dsb), Hidrograf satuan banjir, dan dengan pengamatan langsung dilapangan (Kodoatie, 2005). Air berevaporasi kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh dan kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontiniu dalam tiga cara yang berbeda:

1. Evapotranspirasi, yaitu air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan sebagainya kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi titik-titik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es. Dalam hidrologi dan irigasi evapotranspirasi ini adalah sangat penting. Banyak metode telah dikembangkan untuk memperkirakan besarnya evapotranspirasi, yang dibedakan dalam tiga kategori yaitu metode neraca air, metode imbalan energi, metode transfer massa, kombinasi metode transfer energi dan panas, seperti metode Penmann, metode prediksi, seperti persamaan-persamaan empiris dan indeks yang digunakan untuk data panci evaporasi, dan metode untuk tanaman spesifik.

2. Infiltrasi atau perkolasi ke dalam tanah, yaitu air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal.
3. Air permukaan, yaitu air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau, makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang tertera pada gambar 10.



Gambar 10 Siklus Hidrologi (Suripin, 2004)

2.10 Macam-Macam Siklus Hidrologi

Menurut Lily (2018), siklus hidrologi merupakan gerakan air laut ke udara, lalu jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut. Ada beberapa hal penting yang perlu diketahui terkait dengan siklus hidrologi:

1. Siklus hidrologi bisa berupa siklus pendek, yakni dari hujan menuju ke laut/danau/sungai, dan kemudian menuju ke laut lagi.

2. Terjadinya siklus hidrologi tidak mempunyai keseragaman waktu.
3. Intensitas dan frekuensi siklus hidrologi bergantung pada geografi dan iklim.
Hal ini berkaitan dengan letak matahari yang berubah terus sepanjang tahun.
4. Berbagai bagian dari siklus hidrologi sangat kompleks.

Beberapa jenis siklus hidrologi, yaitu sebagai berikut:

1. Siklus Hidrologi Pendek

Siklus hidrologi pendek tidak akan terjadi tahap adanya perpindahan awan atau adveksi. Molekul cair yang telah berubah menjadi uap kemudian akan turun sebagai hujan di sekitar daerah laut. Secara singkat siklus hidrologi pendek sendiri kemudian terjadi dalam bentuk evaporasi atau penguapan air laut karena paparan sinar matahari yang menyinari lautan.

Selanjutnya air laut sendiri akan berubah menjadi molekul uap yang kemudian akan terjadi pembentukan partikel es di awan atau kondensasi. Tahap terakhir dari siklus hidrologi pendek sendiri adalah turunnya awan menjadi hujan pada bagian atas permukaan laut. Dengan kata lain air laut yang awalnya menguap kemudian kembali lagi ke lautan.

2. Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi selanjutnya adalah siklus hidrologi sedang, dimana berbeda dengan siklus pendek. Siklus hidrologi ini kemudian akan menghasilkan hujan yang akan turun di daerah daratan dan kemudian air hujan ini akan kembali lagi ke badan air. Siklus hidrologi sedang pada tahapan yang pertama diantaranya adalah pada tahap evaporasi atau penguapan dari berbagai air yang ada di badan

air kemudian berubah menjadi molekul gas atau uap dan akan terangkat ke atmosfer bagian atas karena adanya pengaruh dari sinar matahari.

Kemudian uap tersebut akan bergerak ke daratan karena adanya pengaruh dari proses adveksi. Setelah sampai pada atmosfer daratan, uap air ini kemudian akan berubah menjadi awan hingga tahap selanjutnya menjadi hujan yang akan turun ke bumi. Tahap selanjutnya sendiri adalah air hujan yang telah turun atau sampai ke daratan akan mengalami tahap limpasan atau *run off*. Air hujan sendiri kemudian mengalami pergerakan melalui berbagai saluran sebelum pada akhirnya kembali ke lautan, begitu seterusnya.

3. Siklus Hidrologi Panjang

Jenis siklus hidrologi yang terakhir adalah siklus hidrologi panjang, biasanya terjadi di daerah pegunungan. Meski tak hanya di daerah ini saja, siklus hidrologi panjang juga terjadi di berbagai daerah dengan iklim subtropis. Perbedaan yang terdapat pada siklus hidrologi panjang dibanding siklus hidrologi lainnya adalah pada awan yang tak langsung turun menjadi hujan. Tahap pertama dari siklus ini sendiri adalah air laut yang mengalami evaporasi, lalu penguapan untuk kemudian berubah lagi menjadi molekul gas dan uap. Perubahan yang terjadi ini sendiri diakibatkan oleh panas yang berasal dari sinar matahari, hingga kemudian uap mengalami tahap sublimasi.

Selanjutnya terbentuklah awan-awan berisi kristal es dan menuju tahap adveksi atau perpindahan awan menuju titik-titik lainnya. Pada tahap adveksi, awan yang di dalamnya mengandung kristal kemudian akan berubah arah menuju daratan serta mengalami berbagai presipitasi. Setelah presipitasi terjadi, hujan

kemudian akan turun membentuk salju dan tidak berbentuk air yang bersatu menjadi *gletser*. *Gletser* yang berada di daratan kemudian akan mencair akibat pengaruh suhu dan tekanan. Akibat mencairnya *gletser*, terbentuklah air yang berjalan menuju aliran air sungai hingga membentuk aliran air sungai. Selanjutnya air yang berawal dari salju ini kemudian akan berubah menjadi *gletser* dan terbentuk air yang kian bergerak ke arah laut. Saat itulah, seluruh air yang telah melewati beberapa tahap siklus hidrologi akan kembali lagi ke laut.

2.11 Evaluasi Hidrologi

Menurut KBBI Hidrologi merupakan studi tentang air bawah permukaan, termasuk ketersediaan, pergerakan, dan distribusinya, serta sifat-sifat fisik dan kimianya, interaksinya dengan lingkungan sekitar, dan interaksinya dengan organisme hidup. Sedangkan menurut (Suripin, 2004), hidrologi merupakan studi tentang sumber daya air di bumi dalam hal kuantitas dan kualitas dari waktu ke waktu dan tempat. Pergerakan, sirkulasi, penyebaran, eksplorasi, pengembangan, dan pengelolaan adalah bagian dari proses hidrologi.

2.11.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin, 2004 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. Merencanakan pemanfaatan air serta perancangan pengendalian banjir data yang dibutuhkan adalah data curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang

bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam milimeter.

Analisa frekuensi curah hujan merupakan suatu proses pengolahan data mengenai kemungkinan jumlah curah hujan tertentu akan terpenuhi atau terlampaui. Disisi lain, periode ulang adalah perkiraan jumlah waktu dimana curah hujan dalam jumlah tertentu akan sama atau melampaui jumlah tersebut. Dengan menggunakan distribusi probabilitas, analisis frekuensi dan probabilitas data hidrologi bertujuan untuk menetapkan hubungan antara ukuran kejadian ekstrem dan seberapa sering kejadian tersebut terjadi. Diasumsikan bahwa data hidrologi yang dianalisis bersifat stokastik, terdistribusi secara acak, dan independen. (Suripin, 2004). Analisa frekuensi curah hujan diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan yang akan datang. Dengan asumsi bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan dimasa lalu. Analisa frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi) dengan parameter statistik berupa standar deviasi (s), koefisien *skewness* (cs), koefisien variasi (cv) dan koefisien kurtosis (ck).

a. Menghitung Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Simpangan baku adalah besar perbedaan dari nilai sampel terhadap nilai rata – rata.

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

b. Menghitung Koefisien Kemencengan/Skewness (C_s)

Kemencengan atau (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ke tidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.

$$(C_s) = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

c. Menghitung Koefisien Kurtosis (C_k)

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4}$$

d. Mengitung Koefisien Variasi (C_v)

Koefisien variasi merupakan perbandingan antara simpangan baku atau standar deviasi dengan nilai rata – rata sampel.

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

Dalam distribusi frekuensi dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi serta empat jenis distribusi yang digunakan dalam bidang analisa hidrologi yaitu, distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log person III, dan juga distribusi gumbel. Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

Tabel 1 Koefisien Pengaliran (Suripin, 2004)

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

a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (PDF = *Probability Density Function*) yang paling dikenal adalah bentuk Bell dan dikenal sebagai distribusi normal. Analisis kurva normal cukup menggunakan parameter statistik μ dan σ . Bentuk kurvanya simetris terhadap $X = \mu$ dan grafiknya selalu diatas sumbu datar X, serta mendekati (berazimuth) sumbu datar X dan dimulai dari $X = \mu + 3\sigma$ dan $X = \mu - 3\sigma$. Nilai *mean median* = modus. Nilai X mempunyai batas $-\infty < X$. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d$$

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

keterangan:

X_T = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahunan

\bar{x} = Nilai tengah sampel

Sd = Standar deviasi sampel

K_T = Faktor frekuensi

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi (KT) umumnya sudah tersedia dalam tabel, disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*), seperti ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2 Nilai Variabel Reduksi Gauss (Suripin, 2004)

Periode Ulang T(tahun)	Peluang	K
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28
1,250	0,800	-0,84
1,330	0,750	-0,67
1,430	0,700	-0,52
1,670	0,600	-0,25
2,000	0,500	0
2,500	0,400	0,25
3,330	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84
10,000	0,100	1,28
20,000	0,050	1,64
50,000	0,020	2,05
100,000	0,010	2,33
200,000	0,005	2,58
500,000	0,002	2,88
1.000,000	0,001	3,09

b. Distribusi Log Normal

Dalam distribusi log normal data X diubah ke dalam 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 :

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

$$K_T = \frac{\text{Log}X_T - \text{Log}\bar{x}}{S\text{Log}X}$$

keterangan:

K_T = Variabel Standar, besarnya bergantung pada koefisien kemiringan

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

$\text{Log}X$ = Harga rata-rata, $\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}(X_i)}{n}$

$Sd \text{Log} X$ = Standar deviasi, $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}(X_i) - \text{Log}(X))^2}{n-1}}$

c. Metode *Log Pearson Type III*

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Bentuk distribusi *log pearson type III* merupakan hasil dari transformasi dari distribusi *log pearson type III* dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma. Dengan K diperoleh berdasarkan G dan tingkat

probabilitasnya. Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan *log pearson type III* sebagai berikut.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan Metode *Log Person Type III* adalah :

1. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
2. Hitung rata-rata,

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n}$$

3. Hitung simpangan baku (standar deviasi),

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

4. Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)sd^3}}$$

5. Hitung logaritma curah hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log}X_T = \text{Log}X_r + K \cdot \text{Log}S_x$$

keterangan:

X_i = Curah hujan rancangan

X_T = Besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun

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

S = Simpangan Baku

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

Tabel 3 Distribusi Log Person Tipe III (Suripin, 2004)

Koe f G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terpenuhi (<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	-0,832	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,499	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,19
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	1,488	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

d. Metode Gumbel

Persoalan yang utama dengan nilai-nilai ekstrem datang dari persoalan banjir. Tujuan dari nilai-nilai ekstrem tersebut datang untuk menganalisis hasil pengamatan nilai-nilai ekstrem tersebut untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrem berikutnya. Distribusi Gumbel

banyak digunakan untuk menganalisis pada data maksimum. Analisis frekuensi Gumbel tersebut dilakukan dalam persamaan sebagai berikut:

1. Besarnya curah hujan rata-rata dengan rumus:

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

2. Hitung standar deviasi dengan rumus:

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

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

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

4. Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrem gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K_T = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

keterangan:

X_t = curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun (mm)

\bar{X} = curah hujan rata-rata (mm),

Sd = standar deviasi (*deviation standard*),

S_n = *reduced standard deviasi*,

Y_t = *reduced variable*,

Y_n = *reduced mean*.

Tabel 4 *Reduced Mean, Yn* (Suripin, 2004)

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,518	0,5	0,55
	2	96	35	70	00	28	57	1	202	20
20	0,523	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,533	0,5	0,53
	6	52	68	83	96	09	20	2	343	53
30	0,536	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,541	0,5	0,54
	2	71	80	88	96	03	10	8	424	36
40	0,543	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,547	0,5	0,54
	6	42	48	53	63	63	68	3	477	81
50	0,548	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,551	0,5	0,55
	5	89	93	97	58	04	08	1	515	18
60	0,552	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,554	0,5	0,55
	1	24	27	30	33	35	38	0	543	45
70	0,554	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,556	0,5	0,55
	8	50	52	55	57	59	61	3	565	67
80	0,556	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,558	0,5	0,55
	9	70	72	74	76	78	80	1	583	85
90	0,566	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,559	0,5	0,55
	9	87	89	91	92	93	95	6	598	99
100	0,560	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,560	0,5	0,56
	0	02	03	04	06	07	08	9	610	11

Tabel 5 *Reduced Standard Deviation, Sn* (Suripin, 2004)

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,949	0,96	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	0,04	1,05
	6	76	83	71	95	06	16	11	93	65
20	1,062	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
	8	96	54	11	64	15	61	04	47	80
30	1,112	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
	4	59	93	26	55	85	13	39	63	88
40	1,141	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	3	36	58	80	99	19	38	57	47	90
50	1,160	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17
	7	23	38	58	67	81	96	08	21	34
60	1,174	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
	7	59	70	82	93	03	14	24	34	44
70	1,185	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,90	1,19	1,19	1,19
	1,854	63	73	81	90	98	6	15	23	30
80	1,193	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
	8	45	53	59	67	73	80	87	94	01
90	1,200	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	7	13	20	26	32	38	44	49	55	60
100	1,206	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	5	69	73	77	81	84	87	90	93	96

Tabel 6 *Reduced Variate, Y_{TR}* (Suripin, 2004)

Periode Ulang, Tr (Tahun)	<i>Reduced</i> <i>Variate, Y_{TR}</i>	Periode Ulang, Tr (Tahun)	<i>Reduced Variate,</i> <i>Y_{TR}</i>
2	0,3668	100	4,6012
5	0,,15004	200	5,2969

Tabel 6 Lanjutan

Periode Ulang, Tr (Tahun)	<i>Reduced</i> <i>Variate, Y_{TR}</i>	Periode Ulang, Tr (Tahun)	<i>Reduced Variate,</i> <i>Y_{TR}</i>
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

2.11.2. Periode Ulang Hujan

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. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana (Wesli, 2008).

Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam atau menit. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return periode*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan.

Suatu data hujan adalah (x) akan mencapai suatu harga tertentu atau disamai (x_1) atau kurang dari (x_1) atau lebih/dilampaui dari (x_1) dan diperkirakan

terjadi sekali dalam kurun waktu T tahun, maka T tahun ini dianggap sebagai periode ulang dari (x_1). Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Wesli, 2008 mengemukakan bahwa menurut pengalaman serta penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- a. Saluran kuartier : periode ulang 1 tahun
- b. Saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- c. Saluran sekunder : periode ulang 5 tahun
- d. Saluran primer : periode ulang 10 tahun.

2.11.3. Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase. Debit air limpasan terdiri dari tiga komponen yaitu *koefisien run off* (C), data intensitas curah hujan (I), dan *catchment area* (Aca). Volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase. Debit air limpasan terdiri dari tiga komponen yaitu koefisien *run off* (C), data intensitas curah hujan (I), dan *catchment area* (Aca).

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS. Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha. Karena metode ini merupakan metode kotak hitam, maka tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk berikut (Suripin, 2004).

Rumus Debit hujan/limpasan:

$$Q = 0,002778 \times C \times I \times A$$

Dimana:

Q	= Debit aliran air limpasan (m ³ /detik)
C	= Koefisien <i>run off</i> (berdasarkan standar baku)
I	= Intensitas hujan (mm/jam)
A	= Luas daerah pengaliran (km ²)
0,002778	= Konstanta

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. Kala ulang yang dipakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan sistem drainasenya, seperti yang terlihat pada tabel 7.

Tabel 7 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota (Permen PUPR No 12/Prt/M/2014)

Topologi Kota	Daerah Tangkapan Air (ha)			
	<10	10 – 100	101 – 500	>500
Kota Metropolitan	2 thn	2 – 5 thn	5 – 10 thn	10 – 25 thn
Kota Besar	2 thn	2 – 5 thn	2 – 5 thn	5 – 20 thn
Kota Sedang	2 tahun	2 – 5 thn	2 – 5 thn	5– 10 thn
Kota Kecil	2tahun	2 thn	2thn	2 – 5 thn

Besarnya debit rencana dihitung dengan memakai metode Rasional jika daerah alirannya kurang dari 80 Ha. Untuk daerah aliran yang lebih luas sampai dengan 5000 Ha dapat digunakan metode rasional yang diubah. Untuk luas daerah yang lebih dari 500 Ha digunakan metode Hidrograf satuan atau metode rasional yang diubah seperti yang terlihat pada tabel 8.

Tabel 8 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004)

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

a. Metode Rasional

Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS disebut kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi. Beberapa ahli memandang bahwa luas DAS kurang dari 2,5 km² dapat dianggap sebagai DAS kecil (Triatmodjo, 2010). Pemakaian metode rasional sangat sederhana, dan sering digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan. Beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan adalah intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas DAS, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi, tampungan permukaan), dan konsentrasi aliran. Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut:

$$Q = C \times I \times A$$

keterangan:

Q = Debit rencana dengan masa ulang T tahun (m³/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas selama waktu konsentrasi dalam mm/jam

A = Luas area (Km²)

b. Metode Hidrograf Satuan

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran, sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan menjadi hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve*. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan hidrograf adalah hidrograf debit, kecuali apabila dinyatakan lain (Triatmodjo, 2010).

$$q_p = \frac{C.A}{T_p}$$

keterangan:

q_p = Puncak hidrograf satuan (m³/s)

t_p = 0,6 Tc

t_p = Lama waktu kelambatan (*lag time*)

Tc = 0,01947 L^{0,775}S^{-0,385}

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

TP = $\frac{t_r}{2} + t_p$

TP = Waktu naik (*time of rise*) (jam)

2.11.4. Debit Air Kotor

Menurut Wijatmiko (2018) debit air kotor merupakan debit air limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, gedung, industri dan sebagainya. Dalam perhitungan debit air kotor perlu diketahui terlebih dahulu kebutuhan rata-rata air

bersih dari penduduk sekitar daerah yang akan dianalisis: rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$Q_{ak} = Pn \times 80\% \times Q_{ab}$$

Dengan:

Q_{ak} = Debit air kotor pada daerah yang ditinjau (m^3 /det)

Pn = Jumlah penduduk yang dilayani (jiwa)

Q_{ab} = Debit air bersih (m^3 /detik)

2.11.5. Waktu Konsentrasi Hujan

Menurut Almahera et al (2020), Waktu konsentrasi untuk saluran air hujan daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir dipermukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat (t_0) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud (t_d) waktu konsentrasi hujan dapat dihitung dengan rumus Kirpich:

$$T_d = \frac{L}{v}$$

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

Dimana:

T_c = waktu konsentrasi (jam);

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai ke titik yang ditinjau
(km)

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

T_d = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau.

2.11.6. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya, (Suripin,2004). Menurut Wesli dalam bukunya Drainase Perkotaan, intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman.

Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lekung Intensitas-Durasi-Frekuensi ($IDF = Intensity - Duration - Frequency Curve$). Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Di Indonesia alat ini sangat sedikit dan jarang, yang banyak digunakan adalah alat pencatat hujan biasa yang mengukur hujan 24 jam atau disebut hujan harian. Lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari persamaan rumus berikut ini (Suripin, 2004) :

a. Rumus Mononobe

Apabila yang tersedia hanya data hujan harian sedangkan yang ada hanya data curah hujan harian, maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Mononobe seperti berikut:

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

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

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

T_c = Waktu Konsentrasi (jam)

b. Rumus Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lama hujan (jam)

a dan b = Konstanta yang tergantung pada durasi hujan yang terjadi pada DAS

c. Rumus Talbot

$$I = \frac{a}{t + b}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lama hujan (jam)

a dan b = Konstanta yang tergantung pada durasi hujan yang terjadi pada DAS

d. Rumus Sherman

$$I = \frac{a}{t^n}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lama hujan (jam)

n = Konstanta

e. Rumus Van Breen

Van Breen telah melakukan penelitian curah hujan pada khususnya di Jawa serta Indonesia pada umumnya. Metode ini beranggapan bahwa besarnya atau lamanya durasi hujan harian merupakan terkonsentrasi selama 4 jam dengan hujan efektif sebesar 90% dari hujan total selama 24 jam.

$$I = \frac{(54 \times Xt) + (0,07 \times Xt^2)}{tc + (0,3 \times Xt)}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

T_c = Waktu konsentrasi (menit)

Xt = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm/24jam)

2.11.7. Manning

Seorang insinyur Irlandia bernama Robert Manning, dalam buku Suripin, (2004) mengemukakan sebuah rumus yang akhirnya diperbaiki menjadi rumus yang sangat terkenal sebagai berikut:

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

Dimana n dikenal sebagai koefisien kekasaran Manning. Perlu dicatat bahwa n bukan bilangan nondimensional, tetapi berdimensi $TL^{1/3}$. Dari kedua rumus kecepatan Chezy dan Manning dapat ditarik suatu korelasi antara koefisien Chezy dan koefisien Manning sebagai berikut:

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$$

Nilai koefisien *Manning* untuk berbagai macam saluran secara lengkap dapat dilihat di berbagai referensi, di sini hanya ditampilkan beberapa yang dianggap paling sering dipakai dalam perencanaan praktis (Seperti, pada tabel 9):

Tabel 9 Tipikal harga koefisien kekasaran *Manning* “n” (Pd. T-02-2006-B)

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
1	Saluran tanah, lurus, teratur	0,0017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan <i>excavator</i>	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,030	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang tetapi ada timbunan ataupun kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir, berbatu, dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir, dangkal, tidak teratur, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,125
16	Saluran pasang batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Saluran pasangan batu, dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,019

Tabel 9 Lanjutan

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,015	0,018

2.11.8. Koefisien Pengaliran (C)

Besarnya koefisien pengaliran (C) untuk daerah perumahan berdasarkan penelitian para ahli dapat dilihat pada tabel 10 berikut:

Tabel 10 Koefisien Pengaliran (Permen PUPR No 12/Prt/M/2014)

Deskripsi Lahan/Karakter	Koefisien Aliran C	Deskripsi Lahan/Karakter	Koefisien Aliran C
Rerumputan		Industri	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50 - 0,10	Daerah ringan	0,50 - 0,80
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,50 - 0,70	Daerah berat	0,60 - 0,90
Tanah pasir, curam, 7%	0,15 - 0,20	Perkerasan	
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 - 0,17	Aspal	0,70 - 0,95
Tanah gemuk, sedang 2-7%	0,18 - 0,22	Beton	0,80 - 0,95
Tanah gemuk, curam 7%	0,25 - 0,35	Batu, <i>Paving</i>	0,70 - 0,95
Perdagangan		Atap	0,75 - 0,95
Daerah kota lama	0,75 - 0,95	Fasilitas Umum	
Daerah pinggiran	0,50 - 0,70	Taman, kuburan	0,10 - 0,25
Perumahan		Taman bermain	0,10 - 0,25
Rumah tinggal	0,30 - 0,50	Halaman kereta api	0,20 - 0,40
Multi unit, terpisah	0,40 - 0,60	Daerah tidak dikerjakan	0,10 - 0,30
Multi unit, tertutup	0,60 - 0,75		
Suburban	0,25 - 0,40		
Apartemen	0,50 - 0,70		

2.12 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Menurut Suripin (2004) mendefinisikan *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 di buat saluran menuju saluran utama. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan tergantung kepada kondisi lapangan suatu daerah dan situasi topografinya atau elevasi permukaan tanah suatu wilayah disekitar saluran

yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan hujan dan mengalirkan air hujan ke saluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (*catchment area*) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau.

2.13 Analisa Pengujian Kecocokan Sebaran

Analisa pengujian kecocokan sebaran dilakukan untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi-kuadrat, dan Smirnov-kolmogorov.

Tabel 11 Syarat-syarat batas penentuan sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s = 0, C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = 3, C_k = 1,8, C_v = 0.6$
3	Log Person III	$C_s \neq 0, C_v = 0.3$
4	Gumbel	$C_s < 0, C_v = 0.3$
		$C_s \leq 1.1396, C_v \leq 5.4002$

2.14 Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang akan dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Analisa dapat diterima jika nilai Chi Kuadrat terhitung < Chi Kuadrat Kritis. Adapun tabel nilai kritis Chikuadrat yang terlihat pada tabel 12

$$X_k^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- a. Penentuan Jumlah sub kelompok (G)

$$G = 1 + 3,322 \log n$$

- b. Penentuan Derajat Kebebasan (D_k)

$$D_k = G - R - 1$$

c. Menghitung nilai teoritis

$$E_i = \frac{n}{G}$$

d. Menghitung interval kelas

$$D_x = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{G - 1}$$

$$X_{awal} = X_{\min} - 0,5 \times D_x$$

$$X_{akhir} = X_{\max} + 0,5 \times D_x$$

Keterangan:

X_k^2 = Parameter Chi-Kuadrat

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Tabel 12 Nilai Kritis untuk distribusi Uji Chi Kuadrat (Suripin, 2004)

dk	a derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	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	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
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	26,712	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,66	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	34,367
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,578	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796

Tabel 12 Lanjutan

dk	a derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	48,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,52	11,542	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	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	54,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

2.15 Aspek Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolisis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya, dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun tertutup. Dilihat dari sisi hidrolika untuk perencanaan drainase terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

1. Kecepatan maksimum aliran tidak lebih besar dari kecepatan maksimum yang diizinkan agar tidak terjadi kerusakan.
2. Kecepatan minimum aliran tidak lebih kecil dari kecepatan minimum yang diizinkan sehingga tidak terjadi pengendapan dan pertumbuhan tanaman air.
3. Bentuk penampang saluran agar dipilih berupa segi empat, trapesium, lingkaran, atau kombinasi dari bentuk-bentuk diatas.

2.15.1 Kecepatan Aliran (V)

Menghitung kecepatan aliran dalam saluran menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk memperoleh nilai radius Hidrolik (R) dibutuhkan nilai luas penampang serta keliling basah. Luas penampang (A) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A = b \times h$$

Keliling basah (P) didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

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

Dapat dihitung nilai rumus hidrolik sebagai berikut:

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

Untuk tinggi jagaan saluran (*freeboard*) sebagai berikut:

$$W = \sqrt{0,5} \times h$$

Kecepatan aliran (V) dari hasil perhitungan didapatkan m/dtk. Sementara, menurut PERMEN PU No. 12, 2004 kecepatan aliran yang diizinkan adalah 3 m/dtk.

2.15.2 Penampang Melintang Saluran

Menurut Suita (2018), penampang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang efisien berarti memperhatikan ketersediaan lahan yang ada. Sebelum merencanakan dimensi saluran, langkah pertama yang harus diketahui adalah berapa debit rencananya. Untuk menghitung debit rencana, perlu diketahui berapa luas daerah yang harus dikeringkan oleh saluran tersebut. Berapa besar air yang dibuang berdasarkan tata guna lahan. Jadi langkah pertama ialah merencanakan tata letak. Tata letak direncanakan berdasarkan peta kota dan topografi.

Tentukan letak saluran-saluran, kemudian hitung beban saluran – saluran tersebut, dari yang terkecil sampai ke saluran induk. Setelah besarnya debit untuk masing-masing saluran diketahui, barulah dilakukan perhitungan dimensi saluran. Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung dari kondisi daerahnya. Perhitungan kecepatan saluran dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada saluran seperti, tumbuhnya tanaman pengganggu, tergerusnya dasar saluran dan pengendapan.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus *manning*, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan, oleh karena itu rumus ini dapat luas penggunaannya sebagai rumus aliran seragam dalam perhitungan saluran.

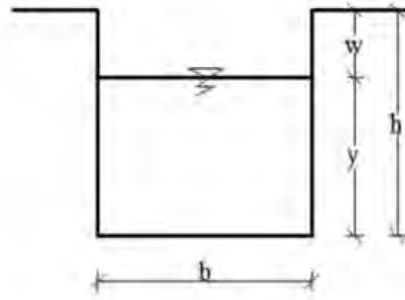
$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

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

$$Q = A \times V \quad (3)$$

Dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis dan dapat menampung debit aliran yang ada. Adapun beberapa bentuk dari penampang saluran seperti berikut ini:

a. Penampang Saluran Persegi



Gambar 11 Penampang Saluran Persegi (Triatmodjo, 2010)

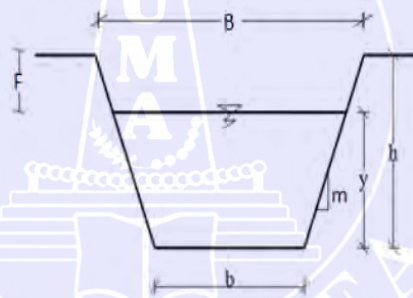
$$A = b \cdot h \quad (1)$$

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

$$R = \frac{A}{P} \quad (3)$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h} \quad (4)$$

b. Penampang Saluran Trapesium



Gambar 12 Penampang Saluran Trapesium (Triatmodjo, 2010)

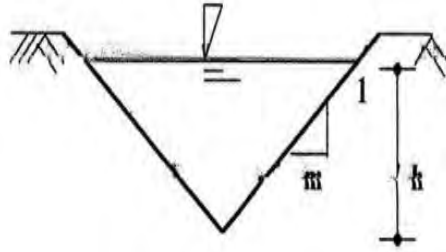
$$A = b \cdot h + mh^2 \quad (1)$$

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

$$R = \frac{A}{P} \quad (3)$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h} \quad (4)$$

c. Penampang Saluran Segitiga



Gambar 13 Penampang Saluran Segitiga (Triatmodjo, 2010)

$$A = m.h^2 \quad (1)$$

$$P = 2.\sqrt{m+1}.h \quad (2)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (3)$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h} \quad (4)$$

Keterangan:

A = Luas penampang basah (m^2)

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

S = Kemiringan saluran

b = Lebar dasar saluran

B = Lebar atas saluran (m)

h = Tinggi basah saluran (m)

m = Kemiringan sisi saluran

V = Kecepatan aliran (*m/detik*)

n = angka kekasaran saluran

Q = Debit saluran($m^3/detik$)

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

W = Tinggi jagaan saluran (m)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini, lokasi wilayah penelitian yang dibutuhkan mengumpulkan sejumlah informasi mengenai lokasi penelitian. Studi kasus penelitian ini dilakukan tepatnya pada proyek revitalisasi drainase pemukiman pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari, Kecamatan Medan Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara, seperti yang terlihat pada gambar 15.



Gambar 14 Lokasi Penelitian (*Google Earth*, 2024)

3.2 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan

Menurut BKKBN, 2022 letak geografis Jalan Pulau Nias yaitu sebelah utara berbatasan dengan kelurahan Belawan II, sebelah selatan berbatasan dengan Sungai Deli, sebelah timur berbatasan dengan Sungai Deli, sebelah barat berbatasan dengan kelurahan Belawan Sicanang. Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari memiliki luas 5 ha terlihat pada gambar 16. Penggunaan lahan pada lokasi studi adalah sebagai berikut:

- a. Bangunan perumahan penduduk

- b. Usaha-usaha kecil menengah
- c. Rumah ibadah
- d. Taman
- e. Jalan beton dan *paving block*



Gambar 15 Daerah Tangkapan Hujan (A) (Google Earth, 2024)

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipilih adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu metode ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Dalam hal ini perencanaan dilakukan dengan mengutip sumber dari buku, jurnal, berita dan juga observasi langsung ke lokasi yang akan dikaji. Sedangkan untuk perhitungan dan perencanaan mengikuti pedoman perencanaan saluran dan petunjuk standar perencanaan dan peraturan yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, dan Departemen Pekerjaan Umum Pd T-02-2006-B mengenai Perencanaan Sistem Drainase Jalan, dan referensi-referensi dari penelitian yang relevan.



Gambar 16 Kondisi Saluran Drainase Sebelum Revitalisasi (*Google Earth*, 2022)

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis hidrologi dan hidrolika pada lokasi penelitian. Data-data tersebut berupa data lokasi penelitian serta data curah hujan harian maksimum berdasarkan stasiun penakar curah hujan tahun 2014 hingga 2023 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan.

3.4.1 Data Primer

Data Primer Laporan yang didapat langsung dari lapangan dengan cara melakukan peninjauan atau survei lapangan, dan perencanaan drainase pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan.

3.4.2 Data Sekunder

Data Sekunder Laporan yang sifatnya menunjang dan melengkapi data primer berupa data hujan harian maksimum tahun 2014 hingga 2023 yang didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika

Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan seperti terlihat pada tabel 13.

Tabel 13 Curah Hujan Maksimum (Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan, 2024)

Tahun	Bulan												Jumlah	Maksimal
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sept	Ok	Nov	Des		
2014	60,7	63,7	12,7	12,7	18,3,1	10,8,8	91,2	317,4	26,8,4	26,7,2	10,9,7	23,6,1	184,6	31,7,4
2015	50,2	18,5	3,6	23,9	15,4,7	11,7,8	11,9,9	258,66	19,3,3	34,0,9	27,9,6	18,5,6	174,7	34,0,9
2016	13,0	15,4	6,4	6,8	14,5,8	15,6,5	20,6,8	249,6	39,6	39,2,3	83,1	67,4	204,8	39,6
2017	18,8	74,4	36,2	65,2	11,1	15,2,7	16,4	255,8,2	27,6,2	36,4,6	11,4,6	39,2,3	219,8	39,2,3

Tabel 13 Lanjutan

Tahun	Bulan												Jumlah	Maksimal
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sept	Ok	Nov	Des		
2018	1,8	40,5	45,3	15,6,3	52,7,1	91,3	23,2,5	12,7,6	22,8	29,7,2	12,5	73,7	165,1	29,7,2
2019	1,8	85,3	36,2	42,7,1	26,8,5	10,8,5	15,4,7	56,5	18,6,7	29,7,1	22,0,4	29,7	186,9	29,7,1
2020	1,8	51,2	48,5	14,5	12,8,7	26,0,9	71,7	13,6,2	34,2,6	20,5,2	21,4	41,3,6	220,4	41,3,6
2021	2,3	29,8	13,1,1	62,8	31,4	13,9,1	14,9,8	39,9,4	18,4,3	45,4,8	18,5,7	35,2,3	235,7	45,4,8
2022	1,1	21,8,3	14,3,8	37,8	88,9	21,0,3	78,3	17,9,8	25,5,6	26,8,6	29,1,6	37,6,3	226,0	37,6,3
2023	1,5	56,8	24,8,3	35,2	11,8,6	14,5,8	11,9,2	23,5,8	13,9,5	16,2,6	32,5,4	29,7,8	204,0	32,5,4
Max	2,3	15,0,4	13,1,1	15,6,3	26,7,1	26,0,9	23,2,5	39,9,4	39,6	45,4,8	27,9,6	41,3,6		

3.3 Prosedur Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan dan mengolah data primer dan data sekunder perlu dilakukan beberapa tahapan persiapan yang perlu dilakukan. Tahapan-tahapan persiapan tersebut meliputi kegiatan berikut ini, yaitu:

- a. Studi pustaka terhadap materi dan objek untuk menentukan garis besar dari penelitian yang diangkat.
- b. Menentukan dan mengidentifikasi data-data yang diperlukan untuk penelitian ini.
- c. Menentukan instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber dalam mengumpulkan data dan perizinan.
- d. Membuat surat izin untuk penelitian.
- e. Kunjungan dan pengamatan ke lokasi untuk mendapatkan gambaran umum mengenai kondisi sistem jaringan drainase di Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan.

3.5 Teknik Analisa Data

Setelah melakukan survei dilapangan, maka ada data yang dikumpulkan dan diolah kemudian dianalisis untuk memperoleh kesimpulan yang aktual yang ada di lokasi. Berikut tahapan analisa kondisi fisik untuk mengetahui keberhasilan kapasitas daya tampung drainase pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kota Medan:

1. Menentukan curah hujan maksimum tahunan dari yang diperoleh dari BMKG Kelas II Stasiun Maritim Belawan dengan periode pengamatan pada tahun 2014 sampai 2023.
2. Menganalisis data yang ada, seperti:
 - a. Analisa Hidrologi
Analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan:
 1. Distribusi Normal
 2. Distribusi Log Normal

3. Distribusi Log *Person Type* – III

4. Distribusi Gumbel

b. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika meliputi beberapa evaluasi, sebagai berikut:

1. Dimensi penampang

2. Kecepatan aliran

3. Analisa daya tampung debit saluran.

3. Menguji distribusi frekuensi curah hujan yang ada yang akan dipilih (Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Type III, dan Gumbel).

4. Menguji distribusi frekuensi curah hujan maksimum yang direncanakan dengan uji kecocokan (dispersi dan chi-kuadrat).

5. Menghitung nilai intensitas hujan (I) dengan menggunakan rumus Van Breen.

6. Menghitung debit banjir rencana (Q_r) dengan rumus Rasional.

7. Menghitung kecepatan aliran pada saluran drainase primer dan sekunder.

8. Dengan memasukkan nilai-nilai dimensi saluran yang ada maka akan didapatkan kapasitas daya saluran drainase (Q_s).

9. Periksa $Q_r < Q_s$, dan jika $Q_r > Q_s$ maka melakukan pemeriksaan pada tahap sebelumnya dan mengubah dimensi saluran. Dan jika sudah memenuhi syarat maka penelitian dapat dilanjutkan ketahap berikutnya.

10. Mengevaluasi debit teoritis dengan kapasitas saluran drainase.

Apabila debit banjir rencana lebih besar daripada kapasitas saluran

berarti saluran dianggap tidak layak. Dan apabila sebaliknya, debit banjir teoritis lebih kecil daripada kapasitas saluran maka saluran dianggap masih layak.

3.5.1 Analisa Frekuensi Hujan

Analisa distribusi frekuensi hujan digunakan untuk memproses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut.

Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun dengan menggunakan Metode distribusi Normal, Metode distribusi Log Normal, Metode distribusi Log Pearson Tipe III dan Metode distribusi Gumbel.

3.5.2 Metode Rasional

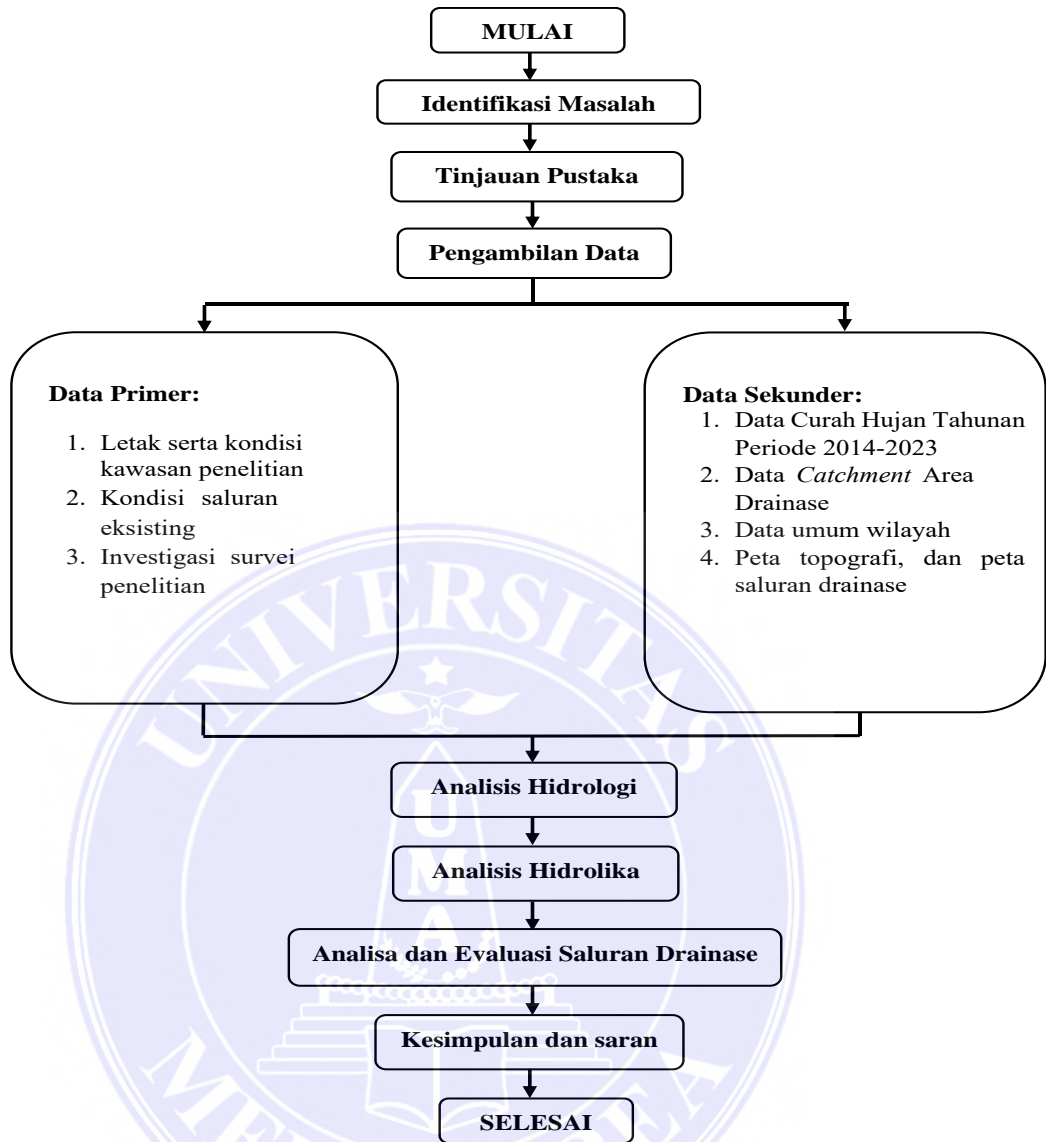
Distribusi frekuensi digunakan untuk memproses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini

tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut.

Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun dengan menggunakan Metode distribusi Normal, Metode distribusi Log Normal, Metode distribusi Log Pearson Tipe III dan Metode distribusi Gumbel.

3.6 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ialah dari jalannya penelitian ini dimulai dari tahap pendahuluan, tahap penentuan rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, tahap pengumpulan data, tahap analisis, tahap pembahasan dan tahap penarikan kesimpulan yang seperti ditunjukkan gambar 17.



Gambar 17 Diagram Alur Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi sistem jaringan drainase pada lingkungan jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan, maka didapatkan beberapa kesimpulan yang diuraikan dibawah sebagai berikut, yaitu:

1. Dari hasil akhir yang didapatkan debit air hujan sebesar 0,820 m³/detik serta daya tampung drainase pada drainase primer sebesar 3,819 m³/detik, dan daya tampung pada drainase sekunder sebesar 1,733 m³/detik. Maka $Q_s > Q_r$ menunjukkan bahwa kedua drainase yang telah mengalami revitalisasi tersebut mampu menampung debit air hujan.
2. Kesadaran masyarakat sekitar dalam menjaga kebersihan lingkungan serta pemeliharaan saluran secara berkala dan semoga kegiatan tersebut terus berjalan sehingga saluran drainase tersebut dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.
3. Aliran pada saluran drainase Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan tidak tersumbat oleh sampah, endapan, maupun sedimentasi yang membuat aliran air sudah untuk mengalir, yaitu adanya tingkat kepedulian masyarakat sekitar dengan diadakannya kegiatan kerja bakti yang sering dilakukan oleh masyarakat sekitar pada setiap hari minggunya.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil evaluasi sistem jaringan saluran drainase pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan, maka disarankan sebagai berikut:

1. Melakukan normalisasi pada saluran drainase Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan dengan mengeruk saluran secara rutin serta berkala setiap minggu maupun bulannya dari endapan, sedimentasi, serta sampah yang menumpuk.
2. Masyarakat serta pemerintah setempat juga harus lebih terhadap Kanal Pertamina pada daerah Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan karena masih ditemuinya sampah yang dapat mengganggu kinerja sistem saluran drainase dalam jangka waktu yang lama.
3. Pemerintahan setempat memberikan penghargaan terhadap wilayah yang menjaga serta merawat kebersihan lingkungan drainase dengan baik dan melakukan pengawasan secara berkala, berkelanjutan dan berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almahera, dkk. 2020. Evaluasi Sistem Drainase Area Sisi Udara (Air Side) Bandar Udara Internasional Kualanamu Deli Serdang. Buletin Utama Teknik, 15(2), 152-158.
- Badan Pusat Statistik Kota Medan (BPS), 2022. Kecamatan Medan Belawan Dalam Angka 2022. Diakses 27 Mei 2024.
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). 2006. PD.T-02-2006-B: Perencanaan Sistem Drainase Jalan. Jakarta: Pedoman Konstruksi Bangunan.
- Hasmar, H.A. Halim. 2012. Drainase Terapan. Yogyakarta: UII Press.
- Indradi Wijatmiko, 2008. Debit Air Limbah dan Desain Saluran atau Pipa. Universitas Brawijaya, Malang.
- Lily Montarcih Limantara, Dr. Ir. M.Sc.. 2018. Rekayasa Hidrologi Edisi Revisi, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (PERMENPU). 2014. Nomor 12/PRT/M/2014: Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Robert J. Kodoatie, 2005. Pengantar Manajemen Infrastruktur. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Rozaqi Ahmad, 2018. "Pola Jaringan Drainase" (Online), diakses tanggal 08 Februari 2024. <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>
- Suhardjono, 2013, Buku Drainase Perkotaan, Universitas Brawijaya. Malang.
- Suripin, Dr. Ir. M. Eng, 2004, Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Suita, D., & Simorangkir, S. P., 2018. Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Jalan Dr. Mansyur Kecamatan Medan Selayang. Buletin Utama Teknik, 3814. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/797>
- Triatmodjo, Bambang 2010. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Curah Hujan Belawan (BMKG Stasiun Maritim Kelas II Belawan, 2024)

BMKG

**DATA CURAH HUJAN WILAYAH BELAWAN
PERIODE TAHUN 2013 - 2023
STASIUN METEOROLOGI MARITIM BELAWAN**

TAHUN	BULAN												JUMLAH
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGST	SEP	OKT	NOP	DES	
2013	101.0	175.9	11.2	229.0	113.1	197.6	242.5	263.0	25.4	313.6	159.9	428.5	2496.7
2014	50.7	63.7	12.7	127.0	133.1	108.8	91.2	317.4	263.4	257.2	109.7	236.1	1846.0
2015	56.2	18.5	3.6	23.9	154.7	117.8	119.9	253.6	193.0	340.9	279.6	155.6	1746.6
2016	129.8	190.4	94.4	6.3	145.3	156.5	206.8	249.0	396.0	332.3	33.1	67.4	2048.3
2017	188.4	74.4	36.2	65.2	111.0	152.7	164.0	255.0	278.2	366.2	114.5	392.3	2198.2
2018	181.5	40.5	45.3	156.3	52.0	31.3	232.5	127.0	228.0	297.2	125.0	73.7	1650.9
2019	117.9	85.3	36.2	42.0	257.1	108.5	154.7	55.5	186.7	297.1	220.4	297.0	1869.4
2020	186.5	51.2	45.5	145.0	128.5	269.5	71.7	136.2	341.6	299.7	214.0	418.6	2204.1
2021	206.5	29.3	131.1	52.8	31.4	139.1	149.8	393.4	134.3	464.8	185.7	152.3	2357.4
2022	116.7	218.3	143.8	37.8	88.9	210.0	73.3	173.8	259.6	268.6	291.6	376.3	2260.0
2023	155.0	56.8	242.3	35.2	116.8	145.5	119.2	235.8	139.5	152.6	325.4	297.8	2040.0
JUMLAH	1518.6	908.0	533.0	895.8	1275.8	1543.5	1511.4	2242.5	2594.5	3203.1	2109.0	3120.6	20677.6
Rata-rata	138.1	90.8	53.3	89.6	127.6	154.3	151.1	224.2	259.4	320.3	191.7	283.7	2067.8

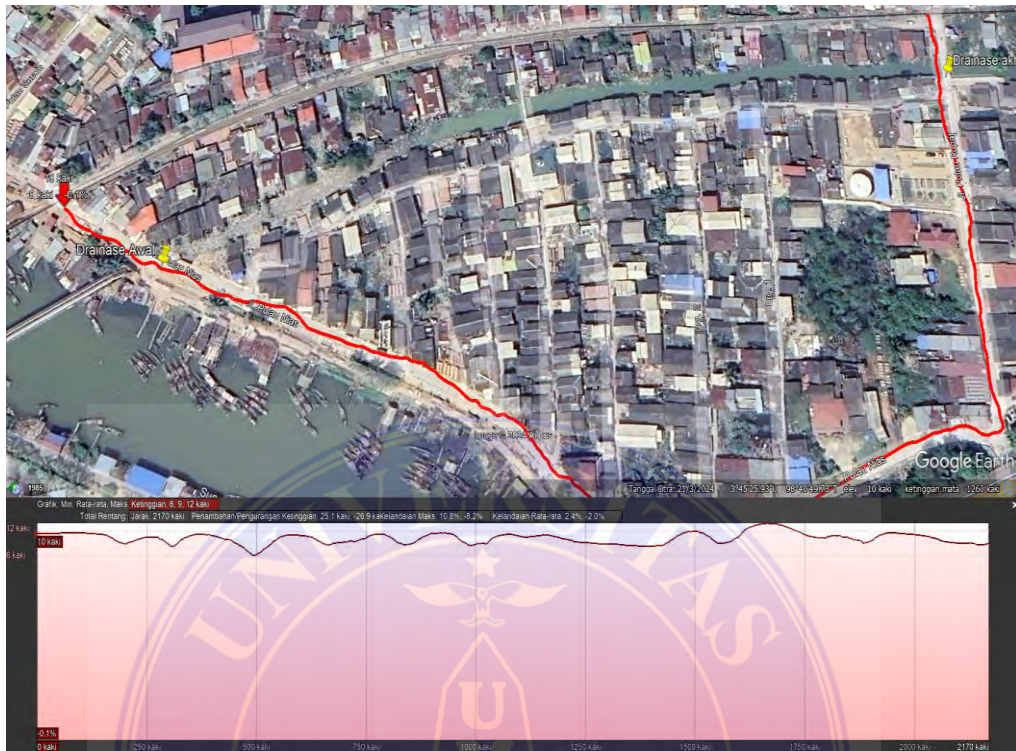
PETUGAS

DASMIAN SULWANI, SP
NIP. 198605122008012304

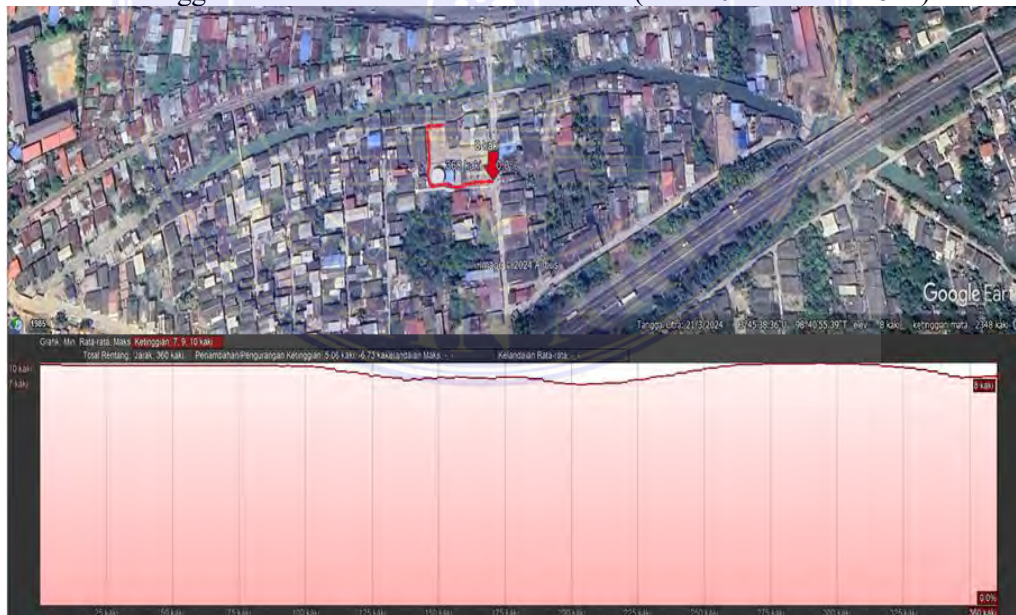
Lampiran 2 Hasil Evaluasi Drainase Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari

No	Jenis Saluran	Lebar Saluran (m) (B)	Tinggi Saluran (m) (H)	Data-data Saluran (m)					Kemiringan Saluran (S)	Panjang Saluran (m)	Karakteristik Saluran	Debit Saluran (m ³ /dtk)	Debit Air Hujan (m ³ /dtk)	Keterangan
				Luas Penampang Saluran (m ²) (A)	Keliling Saluran (m) (P)	Jari-jari hidrolik (R)	Tinggi Jagalan (m) (W)	Kecepatan Aliran (m/dtk)						
1	Saluran Primer	1,20	1,10	1,32	3,6	0,388	0,778	2,893	0,005	650	Beton Pracetak	3,819	0,820	Aman
2	Saluran Sekunder	0,60	1,10	0,66	2,8	0,236	0,778	2,627	0,008	250	Beton Pracetak	1,733		Aman

Lampiran 3 Peta Ketinggian Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari (Google Earth, 2024)



Ketinggian Hulu dan Hilir Drainase Primer (hulu 10 m dan hilir 8 m)

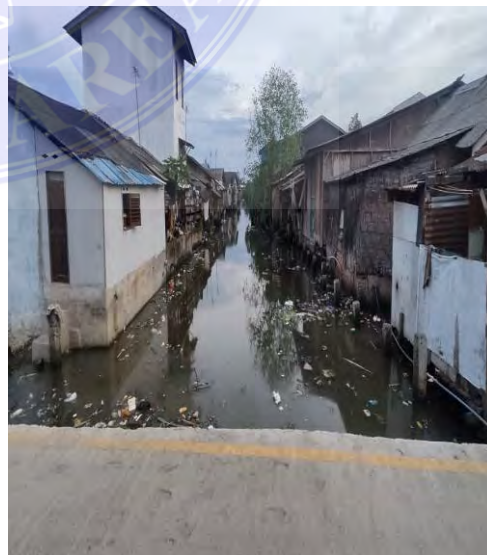
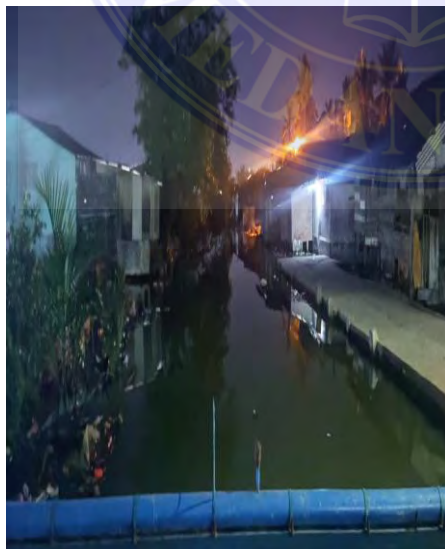


Ketinggian Hulu dan Hilir Drainase Sekunder (hulu 10 m dan hilir 8 m)

Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian



Genangan pada tahun 2022



Kondisi Kanal Pertamina

Lampiran 4 Lanjutan



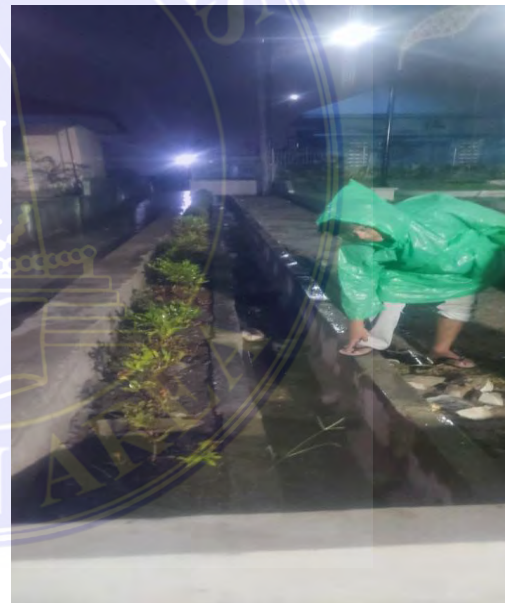
Kondisi Saluran Drainase Primer



Kondisi Saluran Drainase Sekunder



Kondisi Saat Hujan pada Saluran Drainase Primer



Kondisi Saat Hujan pada Saluran Drainase Sekunder

Lampiran 4 Lanjutan



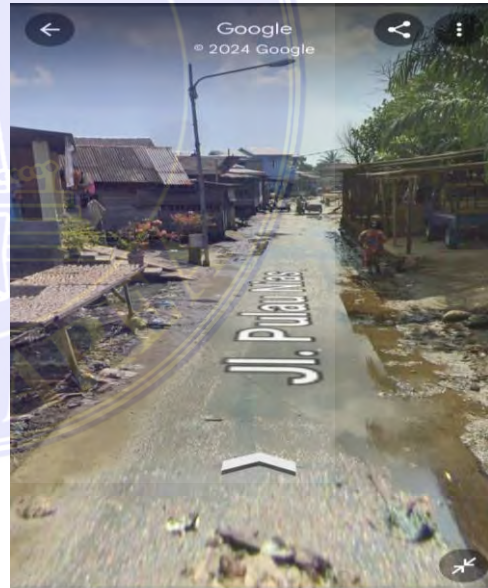
Kondisi Saat Pengerjaan Saluran Drainase Primer



Kondisi Saat Pengerjaan Saluran Drainase Sekunder



Kondisi Saluran Drainase Setelah Direvitalisasi

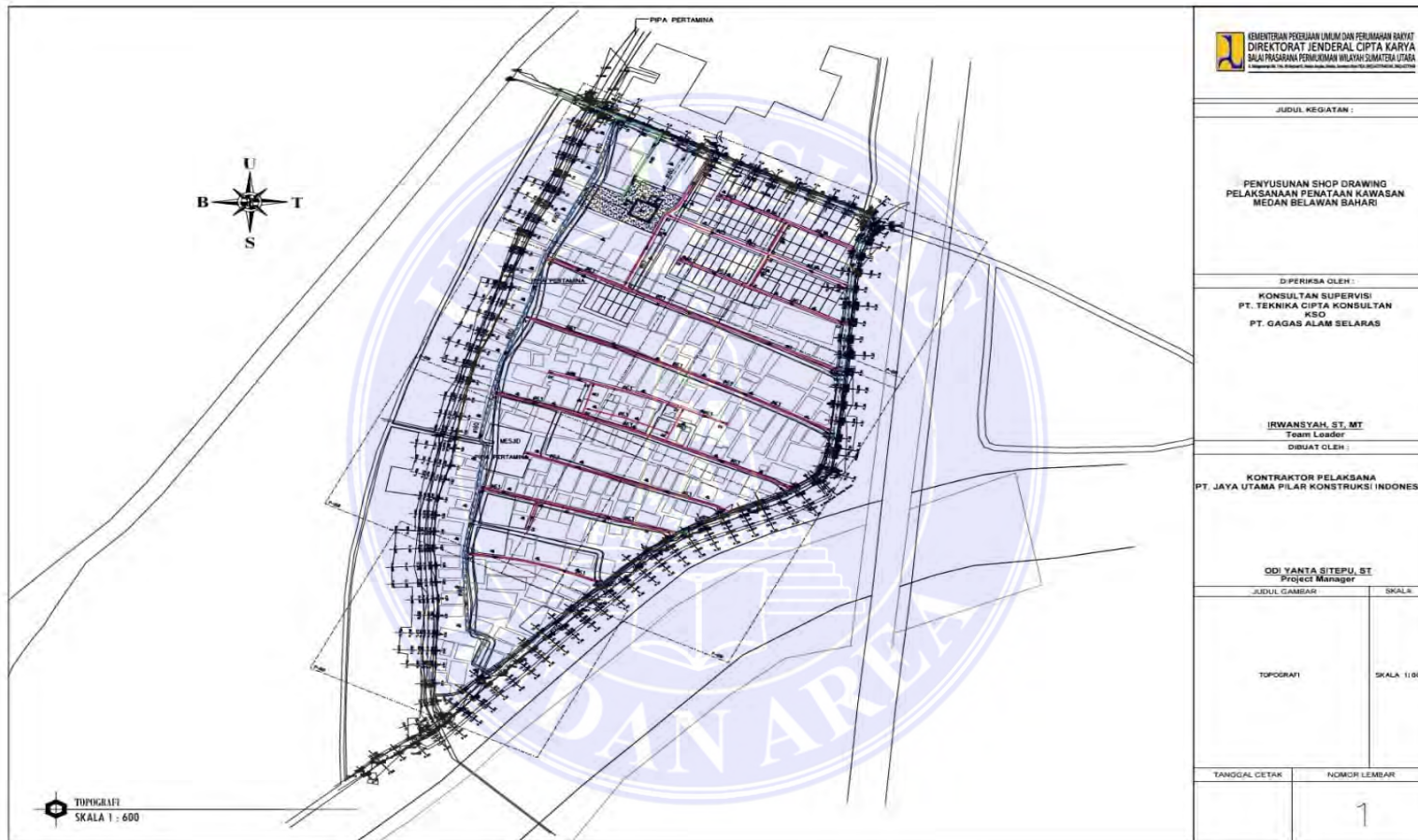


Jl. Pulau Nias

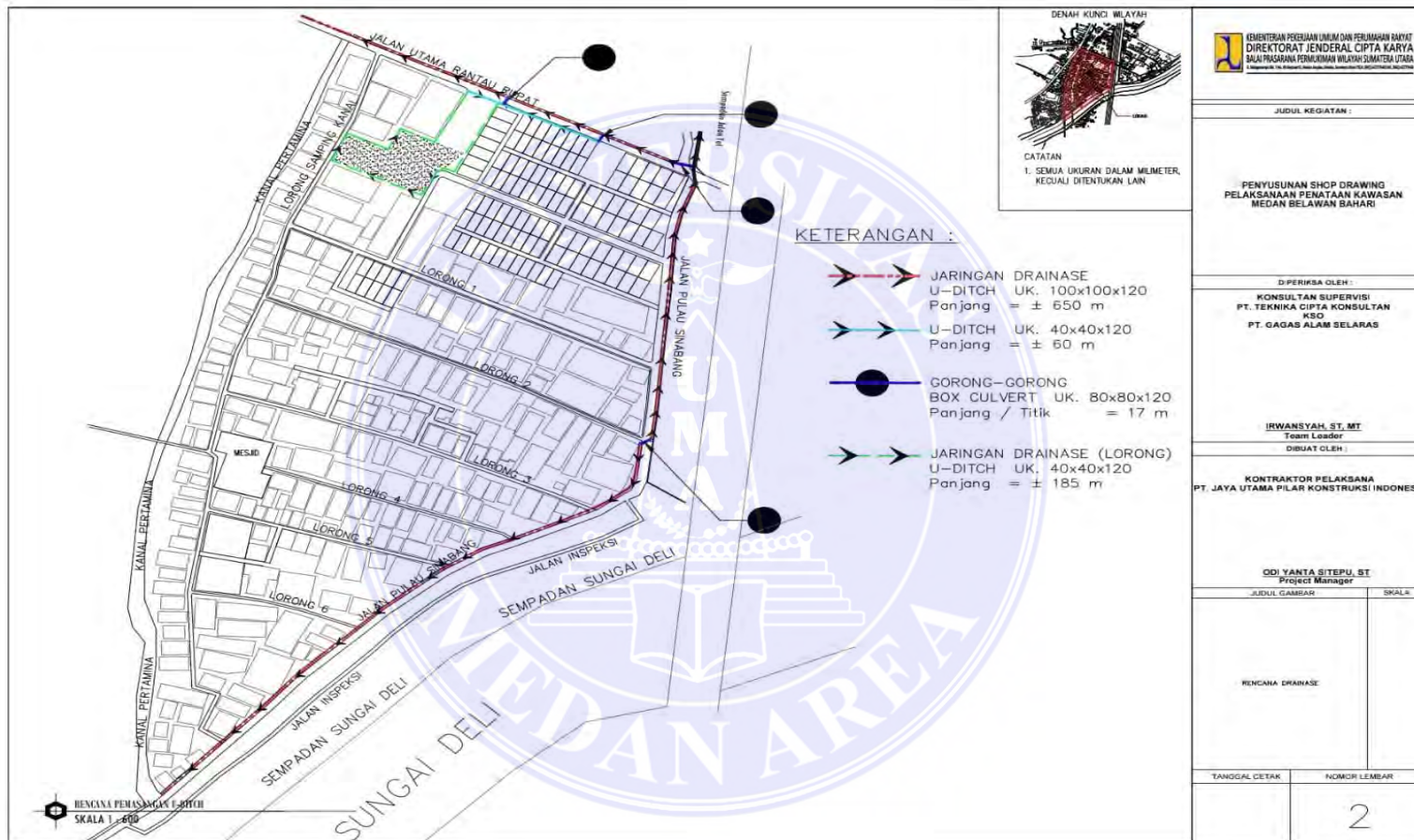
2 tahun lalu · [Lihat tanggal lainnya](#) >

Kondisi Saluran Drainase Sebelum Direvitalisasi

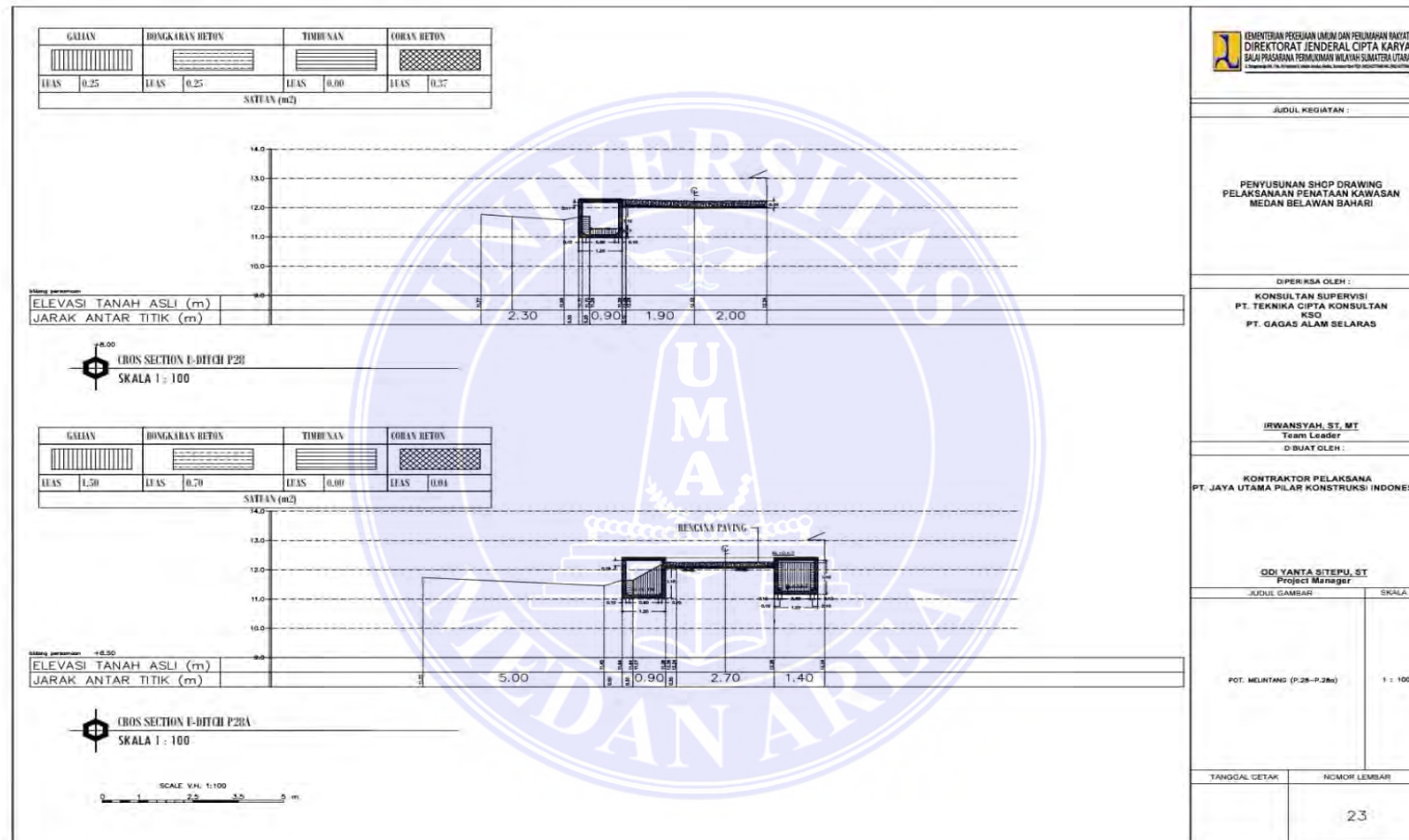
Lampiran 5 Rencana Pengerjaan Saluran Drainase



Lampiran 6 Arah Aliran Saluran Drainase



Lampiran 7 Detail Rencana Saluran Drainase



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL CIPTA KARYA
BALAI PASARANA PERUMAHAN WILAYAH SUMATERA UTARA

JUDUL KEGIATAN :

PENYUSUNAN SHOP DRAWING
PELAKSANAAN PENATAAN KAWASAN
MEDAN BELAWAN BAHARI

DIPERIKSA OLEH :

KONSULTAN SUPERVISI
PT. TEKNIKA CIPTA KONSULTAN
KSC
PT. GAGAS ALAM SELARAS

IRWANSYAH, ST, MT
Team Leader

DIBUAT OLEH :

KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. JAYA UTAMA PILAR KONSTRUKSI INDONESIA

ODI YANTA SITEPU, ST
Project Manager

JUDUL GAMBAR : POT. MELINTANG (P-28-P.28a) SKALA : 1 : 100

TANGGAL CETAK : NOMOR LEMBAR : 23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Lampiran 7 Lanjutan

