

TUGAS AKHIR

**ANALISA DEBIT BANJIR RANCANGAN JALAN DR.
MANSYUR KAWASAN MEDAN SELAYANG
(Studi Kasus)**

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

Disusun Oleh:

INDRA NURHIDAYAH
1007210088



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Indra Nurhidayah

NPM : 1007210088

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Debit Banjir Rancangan Jalan Dr. Mansyur Kawasan Medan Selayang (Studi Kasus)

Bidang ilmu : Hidrologi.

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

Medan, April 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Peguji

Randi Gunawan, S.T, M.si

Dr. Ir. Rumila Harahap, M.T

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Peguji

Ir. Hendarmin Lubis

Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Indra Nurhidayah

Tempat /Tanggal Lahir: Sinunukan / 12 Juni 1992

NPM : 1007210088

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisa Debit Banjir Rancangan Jalan Dr. Mansyur Kawasan Medan Selayang ”

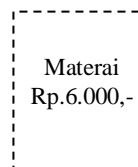
bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

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

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

Medan, April 2017

Saya yang menyatakan,



INDRA NURHIDAYAH

ABSTRAK

ANALISA DEBIT BANJIR RANCANGAN JALAN DR. MANSYUR KAWASAN MEDAN SELAYANG KOTA MEDAN (STUDI KASUS)

Indra Nurhidayah

1007210088

Randi Gunawan, S.T, M.Si

Dr. Ir. Rumila Harahap, M.T

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kondisi drainase di Jalan Dr. Mansyur Kecamatan Medan Selayang dimana sebagian dari saluran yang telah ada tidak lagi sesuai dengan fungsinya, dimensi penampang yang tidak beraturan, kurangnya perawatan maupun sistem pengaliran dan pembuangan yang tidak sesuai lagi dengan lingkungan dan sebagainya. Mengingat begitu banyaknya kerugian yang ditimbulkan oleh banjir atau genangan luas dan tinggi, maka perlu direncanakan dengan cermat penanganan banjir pada daerah penelitian, hal ini merupakan alasan mendasar untuk menganalisis kapasitas dan sistem drainase di Kecamatan Medan Selayang khususnya di Jalan Dr.Mansyur. Oleh sebab itu yang akan dianalisa adalah kapasitas dan kondisi saluran drainase di Kecamatan Medan selayang sepanjang 2,1 km apakah masih mencukupi untuk mengalirkan serta membuang air yang berasal dari daerah tangkapan air disepanjang Jalan Dr. Mansyur dan sekitarnya pada saat banjir (curah hujan tinggi). Berdasarkan hasil analisa hidrologi dan uji sebaran distribusi, digunakan distribusi Log Person type III sehingga di dapat intensitas curah hujan maksimum (I maks) =14.6278 mm/jam, debit banjir rencana maksimum (Q)= 1.5452 m³/det dan waktu konsentrasi (tc)= 1.099 jam. Analisa hidrolika juga dilakukan dengan menggunakan Hec Ras 4.1.0 sehingga diketahui daerah yang bermasalah dikarenakan dimensi saluran yang tidak sesuai dengan kapasitas. Studi ini bertujuan untuk mengetahui gambaran mengenai pentingnya pengaturan sistem drainase untuk mengatasi banjir yang berasal dari air hujan dan air limbah masyarakat sehingga saluran di Jalan Dr.Mansyur tidak terganggu.

Kata kunci: saluran drainase, banjir, aliran air, Hec-ras 4.1.0

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE DESIGN FLOOD DISCHARGE AREA OF MEDAN SELAYANG STREET DR.MANSYUR (CASE STUDY)

Indra Nurhidayah

1007210088

Randi Gunawan, S.T, M.Si

Dr. Ir. Rumila Harahap, M.T

This research is motivated by the drainage conditions at Dr.Mansyur road district of Medan Selayang where in part of the existing channels are no longer in accordance with its function, irregular cross-sectional dimension, lack of maintenance or drainage and disposal system that no longer compatible with the environment and so on. Given the many losses caused by flooding or inundation area and height, it needs to be planned carefully handling the excess water in the area of research, this is the fundamental reason for analyzing capacity and drainage system in the district of Medan Selayang especially at Dr.Mansyur road. Therefore, to be evaluated is the capacity and condition of drainage channels in the district of Medan Selayang along 2,1 Km are still insufficient to drain and dispose of water from the catchment area as long as Dr.Mansyur during a flood (high rainfall). Based on the results of the hydrological analysis and distribution of test distribution, use distribution Log in Person type III so that maximum precipitation intensity can (I_{max}) = 14.6278 mm / h, the maximum flood discharge plan (Q) = 1.5452 m³ / sec and time of concentration (t_c) = 1.099 jam. Analisis hydraulics is also done using the Hec Ras 4.1.0 so that the known problem areas due to the dimensions of the channel which is not in accordance with capacity. Study aims to derive the idea of how important drainage option system to over come flood reduce excess water from of rainwater and waste water so that the community channel at Dr.Mansyur road not disturbed.

Keywords: drainage canals, flood, water flow, Hec-ras 4.1.0.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Debit Banjir Ranjir Ranjir Rancangan Jalan Dr. Mansyur Kawasan Medan Selayang” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Randi Gunawan, S.T,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr.Ir. Rumillah Harahap, S.T selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir.H. Hendarmin Lubis selaku Dosen Pemanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal,S.T,M.Sc yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Sukiman,S.Pd dan Mariati,S.Pd, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kepada saudara saya menginfirasi,yaitu: Yeni Sri Lestari, Ihsan Rahmad Dani, Juli Sapri Yani dan Edi Kurniawan
10. M.Syahrial dan Winda Silawati, yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mempersiapkan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dan masih banyak yang lainnya yang tidak bisa saya sebut kan satu persatu

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

Medan, April 2017

INDRA NURHIDAYAH

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Hidrologi Umum	7
2.1.1 Siklus Hidrologi	7
2.2 Pengertian Drainase	11
2.2.1 Sejarah Perkembangan Drainase	11
2.3 Drainase perkotaan	12
2.3.1 Sistem Drainase	13
2.3.2 Kegunaan Saluran Drainase	14
2.3.3 Jenis-Jenis Drainase	15
2.4 Hujan (Presipitasi)	16
2.4.1 Durasi hujan	16
2.4.2 Intensitas Curah Hujan	17

2.4.3	Waktu Konsentrasi	17
2.5	Pengukuran hujan	18
2.6	Jenis hujan	19
2.7	Pengolahan data hujan	20
2.8	Analisis Hidrologi	22
2.8.1	Analisa Curah Hujan Rencana	22
2.8.2	Analisa Frekuensi Curah Hujan	23
2.8.3	Uji Kecocokan Distribusi	27
2.8.4	Banjir Rencana	29
2.9	Perhitungan Debit Rencana	31
2.9.1	Metode Rasional	32
2.9.2	Koefisien Pengaliran (C)	33
2.9.3	Koefisien Tampungan	36
2.9.4	Waktu Konsentrasi	37
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1	Lokasi Wilayah Studi	39
3.2	Metodologi	40
3.3	Flowchart Penelitian	41
3.4	Pengumpulan Data	42
3.4.1	Data primer	42
3.4.2	Data sekunder	42
3.5	Pengolahan dan Analisis Data	43
3.6	Analisis Hidrologi	43
3.6.1	Analisis Frekuensi Curah Hujan	44
3.6.2	Uji Kecocokan Distribusi	45
3.6.3	Intensitas Hujan	46
3.6.4	Metode Rasional	46
3.7	Analisis Hidrolis	47
BAB 4	ANALISA DATA	48
4.1	Kondisi Umum dan Lokasi Studi	48
4.2	Topografi Wilayah	49
4.3	Tata Guna Lahan	49

4.4	Iklm	49
4.5	Keadaan Saluran	49
4.6	Analisa Saluran Drainase	50
4.7	Analisis Curah Hujan Rencana	50
4.8	Analisa Frekuensi	51
4.9	Pemilihan Jenis Sebaran	55
4.10	Penentuan Jenis Sebaran Cara Grafis (Plotting Data)	55
4.10.1	Uji Sebaran <i>Smirnov – Kolmogorof</i>	57
4.11	Pengukuran Curah Hujan Rencana	57
4.12	Analisis Debit Banjir Rencana	59
4.12.1	Metode Rasional	60
4.12.2	Intensitas Curah Hujan	60
4.12.3	Mencari Q rancangan Jl. Dr. Mansyur	62
4.13	Karakteristik Kondisi Banjir	63
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria desain hidrologi sistem drainase (Suripin, 2004).	13
Tabel 2.2	Nilai Variabel Reduksi Gauss (suripin, 2004)	24
Table 2.3	Nilai kritis <i>Do</i> untuk uji <i>Smirnov- Kolmogorov</i> (Suripin, 2004).	28
Table 2.4	Probabilitas banjir.	31
Tabel 2.5	Koefisien aliran (c) secara umum(Wesli, 2008).	34
Tabel 2.6	Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi.	35
Tabel 3.1	Nama Kecamatan, Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Kota Medan (BPS Kota Medan, 2010).	39
Tabel 4.1	Tabel Curah Hujan Harian Maksimum (Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika Sta. Sampali).	51
Tabel 4.2	Perhitungan Analisa Frekuensi untuk Distribusi Gumbel.	52
Tabel 4.3	Perhitungan Analisa Frekuensi untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III.	53
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran Dispersi Stasiun Sampali.	54
Tabel 4.5	Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan.	55
Tabel 4.6	Plotting Data.	56
Tabel 4.7	Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov – Kolmogorof.	57
Tabel 4.8	Perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III.	58
Tabel 4.9	Perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III.	59
Tabel 4.10	Perhitungan curah hujan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.	62
Tabel 4.11	Perhitungan kala ulang 2, 5 tahun dan 10 tahun.	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus hidrologi (Soemarto, 1987)	9
Gambar 2.2	<i>Manual rain gage.</i>	18
Gambar 2.3	<i>Automatic rain gage.</i>	19
Gambar 2.4	Contoh poligon Thiessen (Wesli, 2008).	21
Gambar 2.5	Contoh garis Isohyt topografi (Harto, 1993).	21
Gambar 2.6	merupakan contoh saluran A – B pada suatu daerah pengaliran (Suyono, 1976)	37
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian.	41
Gambar 3.2	Hidrograf Rasional Durasi Hujan (t) Sama Dengan Waktu Konsentrasi(tc), Drainase Perkotaan, Wesli (2008)	45
Gambar 4.1	Lokasi <i>Catchment Area</i> Saluran (Google Earth)	48
Gambar 4.2	Denah lokasi studi	49
Gambar 4.3	Grafik curah hujan rencana	59
Gambar 4.4	Kondisi banjir pada malam hari	64
Gambar 4.5	Genangan air akibat banjir pada malam hari	64
Gambar 4.6	Kondisi banjir di jalur kanan	65

DAFTAR NOTASI

\bar{R}	=	Rata-Rata Curah Hujan
R_n	=	Besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun
N	=	Banyak stasiun hujan -
A_n	=	Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.
C_s	=	Nilai kemencengan
C_v	=	Koefisien Variasi
C_k	=	Pengukuran Kurtosis
S_d	=	Deviasi standar nilai variate
\bar{X}	=	Nilai rata-rata hitung variate
X_T	=	Perkiraan nilai yang diharapkan dengan periode ulang T –tahunan
Y_T	=	Variasi reduksi
Y_n	=	Nilai tengah reduce variate tergantung banyaknya sampel
K	=	Faktor frekuensi
Q	=	Debit banjir rencana dengan kala ulang T tahun
α	=	Koefisien limpasan
I	=	Intensitas curah hujan
A	=	Luas daerah aliran sungai
S	=	kemiringan dasar Saluran
V	=	Kecepatan aliran
h	=	Kedalaman aliran
n	=	Koefisien Manning
P	=	Keliling Basah
R	=	Jari-jari Hidrolis
R_r	=	Curah Hujan Rencana
C	=	Koefisien Pengaliran
C_s	=	Koefisien Tampungan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang meluap atau berlebihan sehingga terjadi limpasan atau genangan pada permukaan bangunan menuju daratan. Banjir merupakan kata yang sangat populer di Indonesia, khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami bencana banjir. Banjir atau genangan di suatu kawasan terjadi apabila sistem yang berfungsi untuk menampung genangan itu tidak mampu menampung debit yang mengalir, hal ini akibat dari tiga kemungkinan yang terjadi yaitu kapasitas sistem yang menurun, debit aliran air yang meningkat, atau kombinasi dari kedua-duanya. Pengertian sistem disini adalah sistem jaringan drainase di suatu kawasan. Sistem jaringan drainase di suatu kawasan sudah semestinya dirancang untuk menampung debit aliran yang normal, terutama pada saat musim hujan. Artinya kapasitas saluran drainase sudah diperhitungkan untuk dapat menampung debit air yang terjadi sehingga kawasan yang dimaksud tidak mengalami genangan atau banjir. Jika kapasitas sistem saluran drainase menurun dikarenakan oleh berbagai sebab maka debit yang normal sekalipun tidak akan bisa ditampung oleh sistem yang ada. Sedangkan sebab menurunnya kapasitas sistem antara lain, banyak terdapat endapan, terjadi kerusakan fisik sistem jaringan, adanya bangunan lain di atas sistem jaringan.

Pada saat musim hujan sering terjadi peningkatan debit aliran, atau telah terjadi peningkatan debit yang dikarenakan oleh berbagai sebab, maka kapasitas sistem yang ada tidak bisa lagi menampung debit aliran, sehingga mengakibatkan banjir di suatu kawasan. Sedangkan penyebab meningkatnya debit antara lain, tingginya intensitas curah hujan dan lamanya waktu konsentrasi sehingga dapat di hitung untuk besar aliran dengan faktor-faktor nilai atau harga yang berbeda-beda di luar kebiasaan, perubahan tata guna lahan, kerusakan lingkungan pada daerah tangkapan air di suatu kawasan.

Kemudian jika suatu kawasan terjadi penurunan kapasitas sistem sekaligus terjadi peningkatan debit aliran, maka banjir akan semakin meningkat, baik frekuensinya, luasannya, kedalamannya, maupun durasinya. Dengan demikian debit banjir diperlukan untuk merancang bangunan pengendalian banjir, seperti pembuatan sumur resapan air hujan, sementara data debit aliran kecil diperlukan untuk perencanaan lokasi pemanfaatan air untuk berbagai macam keperluan, terutama di saat musim kemarau. Debit aliran rata-rata bulanan atau tahunan dapat memberikan gambaran potensi sumber daya air yang dimanfaatkan dari suatu daerah tangkapan air.

Seiring dengan pertumbuhan perkotaan yang amat pesat di Propinsi Sumatra Utara Khususnya Kota Medan, permasalahan drainase perkotaan semakin meningkat pula. Pada umumnya penanganan drainase di banyak kota di Propinsi Sumatra Utara masih bersifat parsial, sehingga tidak menyelesaikan permasalahan banjir dan genangan secara tuntas. Pengelolaan drainase perkotaan harus dilakukan secara menyeluruh, dimulai tahapan perencanaan, konstruksi operasi dan pemeliharaan, serta ditunjang dengan peningkatan kelembagaan pembiayaan serta partisipasi masyarakat. Peningkatan pemahaman mengenai drainase kepada pihak yang terlibat baik bagi pelaksana maupun masyarakat perlu dilakukan secara kesinambungan agar penanganan dilakukan dengan sebaik-baiknya. Mengingat kebutuhan drainase berawal dari kebutuhan air untuk kehidupan manusia di mana untuk kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan sungai untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan dan lain sebagainya. Bentuk dari pada keadaan tersebut maka di perlukan penanganan yang terencana yakni dengan melakukan identifikasi permasalahan secara seksama dan membuat desain yang mampu mengatasi permasalahan tersebut. Banyak paktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir, diantaranya adalah

- Curah Hujan

Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir dan bila mana melebihi penampang drainase maka akan timbul banjir atau genangan.

- Kapasitas drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah

genangan yang tidak memadai, sehingga kota tersebut sering menjadi sasaran musim banjir.

- Sampah

Disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang di tentukan tidak baik, umumnya mereka membuang sampah di kesaluran drainase. Di kota-kota besar ini sangat mudah dijumpai, pembuangan sampah di alur drainase dapat meninggikan muka air banjir karna menghalangi aliran.

- Drainase perkotaan yang tidak terawat

Drainase perkotaan yang tidak berfungsi dengan baik akan menyebabkan aliran air terganggu, maka akan mengurangi kemampuan dalam menampung debit air yang tinggi.

Kota Medan merupakan ibu kota provinsi Sumatera Utara terdiri dari 21 kecamatan memiliki luas 265,10 Km² atau 3,6% dari keseluruhan wilayah Sumatera Utara. Dengan demikian, dibandingkan dengan kota/kabupaten lainnya. Kota Medan memiliki luas wilayah yang relatif kecil, tetapi dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Secara geografis kota Medan terletak pada 3° 30' – 3° 43' Lintang Utara dan 98° 35' - 98° 44' Bujur Timur. Untuk itu topografi kota Medan cenderung miring ke utara dan berada pada ketinggian 2,5 - 37,5 meter di atas permukaan laut.

Beberapa tahun belakangan ini, Kota Medan sering diguyur hujan dan terkadang menyebabkan banjir. Sebagai contoh beberapa data banjir yang terjadi di Kota Medan antara lain terjadi pada tanggal 09 april 2015 pukul 16.13 WIB. Hujan baru saja mengguyur kota Medan tidak lebih dari satu jam air sudah menggenangi kawasan Selayang, Kecamatan Medan Selayang adalah salah satu pusat perkantoran, perdagangan dan jasa di Kota Medan, dengan jumlah penduduknya 77.783 jiwa dan luas wilayahnya 12,81 KM². Daerah yang mengalami banjir.

Melihat data diatas, dapat dikatakan bahwa Indonesia, khususnya Kota Medan membutuhkan upaya penanggulangan bencana yang ditangani oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) untuk daerah provinsi dan kabupaten/kota.

Oleh karena itu pada tugas akhir ini penulis mengambil judul “Analisa Debit Banjir rancangan Jalan Dr.Mansyur Pada Kawasan Medan Selayang”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang penelitian tersebut, maka yang menjadi permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa besar intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan 10 tahun yang didapat dari stasiun klimatologi?
2. Berapa besarnya debit banjir rencana di Kecamatan Medan Selayang?

1.3 Batasan Masalah

Untuk penelitian ini agar lebih terarah, maka penulis membatasi masalah ini sebagai berikut:

1. Menentukan intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari stasiun klimatologi untuk daerah yang ditinjau.
2. Analisa debit banjir rencana drainase di Kawasan Medan Selayang.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas dalam permasalahan pasti mempunyai tujuan yang ingin dicapai, sehingga akan mendapatkan hasil atau jawaban untuk keberhasilan. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan intensitas curah hujan rencana di kawasan jalan Dr.mansyur kecamatan selayang kota Medan dengan menganalisa data curah hujan dari stasiun pengamat hujan yang ada di daerah tersebut.
2. Untuk mengetahui debit banjir rencana di kawasan Medan Selayang pada daerah tangkapan air.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini akan bermanfaat untuk:

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang analisa debit banjir rencana pada Kota Medan.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa dan pembahasan data untuk mengetahui perbedaan atau perbandingan dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui masalah banjir pada daerah tangkapan air pada Kota Medan.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Permasalahan umum yang dihadapi dari banjir dan bentuk drainase sebagai berikut:

1. Penyempitan dan pendangkalan drainase kota akibat endapan sedimen
2. Pengikisan atau perubahan bentuk drainase akibat banjir.

1.7 Sistematika Penulisan

Metode penulisan Tugas Akhir dengan judul "analisa debit banjir jalan Dr. Mansyur kawasan Medan Melayang.(studi kasus Jalan Dr. Mansyur) " ini disusun terdiri dari 6 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

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

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini diuraikan mengenai teori-teori yang relevan dan dasar-dasar perhitungan analisis data untuk pengendalian banjir seperti: pengertian hidrologi, drainase, drainase perkotaan, hujan, intensitas hujan, banjir, sebab-sebab

terjadinya banjir, koefisien pengaliran, koefisien tampung, waktu konsentrasi dan perhitungan debit banjir.

3. BAB III METODOLOGI

Dalam bab ini diuraikan mengenai metode secara hierarkis yaitu meliputi garis besar langkah kerja yang digunakan dalam analisa dan pemecahan masalah.

4. BAB IV ANALISA DATA

Pada bab ini berisi tentang penyusunan dan pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi wilayah di kawasan area drainase khususnya di Jalan Dr.mansyur pada Kecamatan Medan selayang.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrologi Umum

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, terjadinya peredaran, sifat-sifat kimia dan fisiknya, dan reaksi dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk-makhluk hidup (Seyhan, 1990).

Karena perkembangan yang ada maka ilmu hidrologi telah berkembang menjadi ilmu yang mempelajari sirkulasi air. Jadi dapat dikatakan, hidrologi adalah ilmu untuk mempelajari: presipitasi (*precipitation*), evaporasi dan transpirasi (*evaporation*), aliran permukaan (*surface stream flow*), dan air tanah (*groun water*).

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari seluk beluk, kejadian, dan distribusinya, sifat alami dan sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia (Sri Harto, 1993).

Sedangkan hidrologi teknik adalah cabang hidrologi terapan yang termasuk keterangan hidrologi yang teruntut bagi teknik, misalnya perancangan, penyelenggaraan, dan perawatan sarana dan bangunan teknik.

Analisis hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, *culvert*, maupun jembatan yang melintang sungai atau saluran. Dalam analisis hidrologi diperlukan data curah hujan, daerah aliran sungai (DAS), analisa curah hujan rencana, pemilihan jenis sebaran, dan analisi debit banjir rencana. Kegagalan dalam perhitungan drainase menyebabkan terjadinya banjir yang tentunya akan menyebabkan keruntuhan pada struktur dari jalan. Untuk itu dalam perhitungan analisa hidrologi diperlukan ketelitian yang pasti baik itu dari pengumpulan data maupun pengolahan data agar dalam perencanaan suatu drainase, *culvert*, maupun jembatan tidak terjadi kekeliruan.

2.1.1 Siklus Hidrologi

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah suatu proses yang berkaitan,

dimana air diangkut dari lautan ke atmosfer (udara), ke darat dan kembali lagi ke laut.

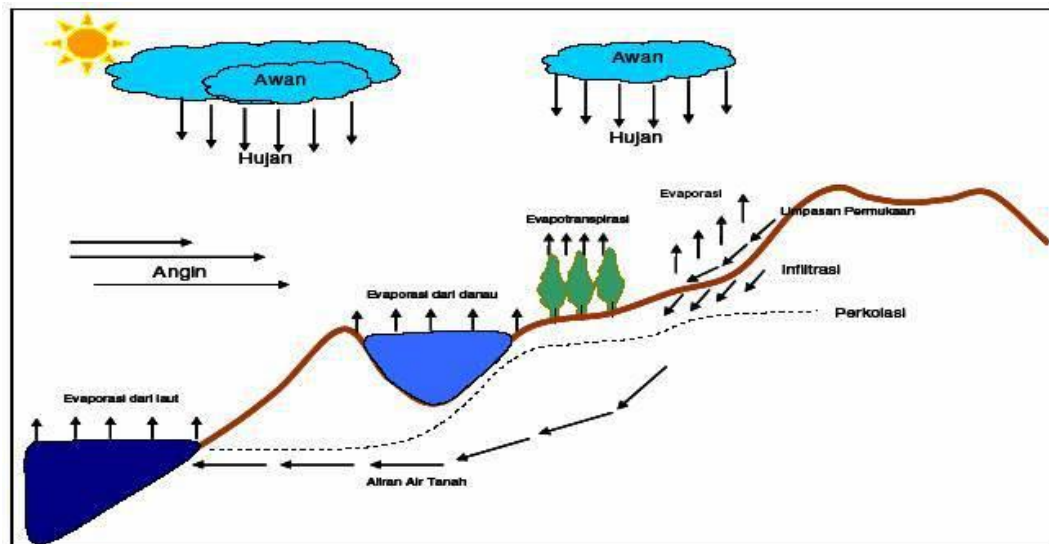
Hujan yang jatuh ke bumi baik langsung menjadi aliran maupun tidak langsung yaitu melalui vegetasi atau media lainnya akan membentuk siklus aliran air mulai dari tempat yang tinggi (pegunungan) menuju ke tempat yang rendah baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah yang berakhir di laut.

Siklus hidrologi adalah 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 berawalanya dan kapan pula akan berakhirnya (Suripin, 2004).

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 yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontiniu dalam tiga cara yang berbeda:

- Evapotranspirasi: Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan sebagainya kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfir) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es.
- Infiltrasi/perkolasi ke dalam tanah: 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 di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
- Air permukaan: 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. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan

disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang tertera pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Siklus hidrologi (Soemarto, 1987).

Dengan adanya penyinaran matahari, maka semua air yang ada dipermukaan bumi akan berubah wujud berupa gas/uap akibat panas matahari dan disebut dengan penguapan atau evaporasi dan transpirasi. Uap ini bergerak di udara (atmosfir), kemudian akibat perbedaan temperatur di udara dari panas menjadi dingin maka air akan terbentuk akibat kondensasi dari uap menjadi cairan (*from air to liquid state*). Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (vegetasi). Di bumi air mengalir dan bergerak dengan berbagai cara. Pada retensi (tempat penyimpanan) air akan menetap untuk beberapa waktu. Retensi dapat berupa retensi alam seperti daerah cekungan, danau tempat-tempat yang rendah dll. Maupun retensi buatan seperti tampungan, sumur, embung, waduk dll.

Secara gravitasi, air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah yang lebih rendah,

sampai ke daerah pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju kesistem jaringan sungai, sistem danau atau waduk. Dalam sistem sungai aliran mengalir mulai dari sistem sungai kecil ke sistem sungai yang besar dan akhirnya menuju mulut sungai atau sering disebut estuary yaitu tempat bertemunya sungai dengan laut.

Air hujan sebagian mengalir meresap kedalam tanah atau yang sering disebut dengan Infiltrasi, dan bergerak terus kebawah. Air hujan yang jatuh ke bumi sebagian menguap (evaporasi dan transpirasi) dan membentuk uap air. Sebagian lagi mengalir masuk kedalam tanah (infiltrasi, perkolasi, kapiler). Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah dan di dalam retak-retak dari batuan. Dahulu disebut air lapisan dan yang terakhir disebut air celah (*fissure water*). Aliran air tanah dapat dibedakan menjadi aliran tanah dangkal, aliran tanah antara dan aliran dasar (*base flow*). Disebut aliran dasar karena aliran ini merupakan aliran yang mengisi sistem jaringan sungai. Hal ini dapat dilihat pada musim kemarau, ketika hujan tidak turun untuk beberapa waktu, pada suatu sistem sungai tertentu aliran masih tetap dan kontiniu.

Sebagian air yang tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar ke permukaan tanah sebagai limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang terkumpul di sungai yang akhirnya akan mengalir ke laut kembali terjadi penguapan dan begitu seterusnya mengikuti siklus hidrogi. Penyimpanan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Kondisi tata guna lahan juga berpengaruh terhadap tampungan air tanah, misalnya lahan hutan yang beralih fungsi mejadi daerah pemukiman dan curah hujan daerah tersebut. Sebagai permulaan dari simulasi harus ditentukan penyimpangan awal (*initial storage*).

Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (vegetasi), masuk ke tanah begitu juga hujan yang terinfiltrasi. Sedangkan air yang tidak terinfiltrasi yang merupakan limpasan mengalir ke tempat yang lebih rendah, mengalir ke danau dan tertampung. Dan hujan yang langsung jatuh di atas sebuah danau (*reservoir*) air hujan (presipitasi) yang

langsung jatuh di atas danau menjadi tampungan langsung. Air yang tertahan di danau akan mengalir melalui sistem jaringan sungai, permukaan tanah (akibat debit banjir) dan merembes melalui tanah. Dalam hal ini air yang tertampung di danau adalah aliran intra (*inflow*), sedangkan yang mengalir atau merembes adalah (*outflow*).

2.2 Pengertian Drainase

Drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu (Hasmar, 2011).

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas, dimana drainase merupakan suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan kibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu *unsure* dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih dan sehat.

Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah genangan air dan banjir.

2.2.1 Sejarah Perkembangan Drainase

Drainase perkotaan awalnya tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan pokok hidupnya.

Kebutuhan pokok tersebut berupa ketersediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan kebutuhan sosial budaya.

Siklus ketersediaan/keberadaan air, terjadinya ketersediaan air secara berlebih. Untuk sehari-harinya terjadi buangan air dari penggunaan yang mengganggu lingkungan. Berangkat dari kesadaran akan arti kenyamanan hidup sangat tergantung pada kondisi lingkungan, maka manusia mulai mengatur lingkungan.

Harus diakui bahwa pertumbuhan dan perkembangan ilmu drainase perkotaan dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika, matematika, statistika, fisika, kimia, komputasi dan bahkan juga ilmu ekonomi dan sosial budaya sebagai ibu asuh pertama kali. Ketika didominasi oleh ilmu hidrologi, hidrolika, mekanika tanah, ilmu ukur tanah, matematika, pengkajian ilmu drainase perkotaan tetap menggunakan konsep statistika. Sehingga ilmu drainase perkotaan (terapan) merupakan ilmu yang memberikan kelengkapan dari ilmu teknik sipil.

Namun dengan semakin akrabnya hubungan drainase ilmu perkotaan dengan statistika. Kesehatan lingkungan, sosial ekonomi yang selalu menuntut pendekatan masalah secara terpadu, maka ilmu drainase perkotaan semakin tumbuh secara tepat menjadi ilmu yang mempunyai dinamika yang cukup tinggi.

2.3 Drainase perkotaan

Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan social budaya yang ada di kawasan kota.

Sistem drainase pokok mencakup sungai dan saluran alami, saluran pembuangan, dataran penampung banjir, jalan utama. Sistem drainase pokok harus mempunyai kapasitas cukup untuk melayani banjir-banjir sungai dan saluran dengan daerah lebih dari 100 Ha, dengan masa ulang 10 tahun. Berikut ini tertera Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

Luas DAS (Ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 > x > 100	2-5	Rasional
101 > x > 500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

2.3.1 Sistem Drainase

Banyaknya air yang mengalir pada suatu saluran drainase dipengaruhi oleh curah hujan, suhu udara, iklim suatu daerah, tinggi rendahnya permukaan tanah dan kepadatan tanah.

Jaringan drainase perkotaan meliputi saluran alur air, baik alur alam maupun buatan yang hulunya terletak dikota dan bermuara disungai yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut di tepi kota tersebut.

Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah (*Surface drainage*) atau di bawah permukaan tanah (*Subsurface drainage*) untuk dibuang ke sungai, laut, atau ke danau. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah *domestic* maupun air limbah industri.

Drainase perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

1. Pemukiman
2. Kawasan industri dan perdagangan
3. Kampus dan sekolah
4. Rumah sakit dan fasilitas umum
5. Lapangan olah raga
6. Lapangan parkir
7. Instalasi militer, listrik dan telekomunikasi
8. Pelabuhan dan udara

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, serta untuk perkotaan ada tambahan variabel desain seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan.
2. Keterkaitan dengan *masterplan* drainase kota.
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya.

Dalam sistem jaringan drainase, sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Saluran pencegahan pembebanan (*Interceptor drain*).

Saluran pencegahan pembebanan adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegahan terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain yang dibawahnya. Saluran ini biasanya dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. *Outlet* dari saluran ini biasanya terdapat di *Collector Drain* dan langsung ke drainase alam (*natural drain*).

2. Saluran Pengumpul (*Collector drain*).

Saluran pengumpul adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dibuang ke pembawa (*Conveyor drain*).

3. Saluran Pembawa (*Conveyor drain*).

Saluran pembawa adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air pembuangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui.

Dalam kenyataan dapat terjadi suatu saluran bekerja sekaligus untuk kedua atau bahkan ketiga jenis fungsi tersebut.

2.3.2 Kegunaan Saluran Drainase

Kegunaan saluran drainase antara lain:

- Meringankan daerah genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.

- Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.3.3 Jenis-Jenis Drainase

Ada beberapa jenis drainase yang dibagi berdasarkan:

a. Berdasarkan sejarah terbentuknya

Drainase berdasarkan sejarah terbentuknya dikelompokkan menjadi:

1. Drainase alami (*Natural drainage*)

Drainase alami adalah drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lain-lain, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

2. Drainase buatan (*Artificial drainage*)

Drainase buatan adalah drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, pipa-pipa dan seterusnya.

b. Berdasarkan letak bangunannya

Drainase berdasarkan letak bangunannya dikelompokkan menjadi:

1. Drainase permukaan tanah (*Surface drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan, analisa alirannya merupakan analisa aliran saluran terbuka (*open channel flow*).

2. Drainase dibawah permukaan tanah (*SubSurface drainage*)

Drainase di bawah permukaan tanah adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa).

2. Berdasarkan fungsinya.

Drainase berdasarkan fungsinya dikelompokkan menjadi:

1. Satu fungsi (*Single purpose*)

Satu fungsi yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan. Misalnya air hujan saja atau air buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

2. Banyak fungsi (*Multi purpose*)

Banyak fungsi yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan, baik bercampur maupun bergantian.

3. Berdasarkan konstruksi.

1. Saluran terbuka

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.

2. Saluran tertutup

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

2.4 Hujan (Presipitasi)

Presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi. Proses ini dapat dikatakan sebagai proses terjadinya hujan. Hujan merupakan proses lanjutan dari naiknya massa udara atau awan. Uap air yang terkandung dalam awan tersebut berubah menjadi butir-butir air yang besar dan akhirnya jatuh ke bumi. Proses terjadinya hujan dan besarnya curah hujan tidak sama antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di dataran.

2.4.1 Durasi hujan

Durasi hujan adalah lamanya hujan (menit, jam, etmal) yang diperoleh dari hasil pencatatan alat ukur hujan otomatis. Durasi hujan selalu dihubungkan

dengan waktu konsentrasi (t_c) khususnya pada drainase perkotaan/terapan (Hasmar, 2011).

2.4.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu satuan waktu, umpamanya mm/ jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut:

- Metode Mononobe:

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

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

di mana: I = intensitas curah hujan (mm/jam), t = lamanya curah hujan (menit), untuk rumus Mononobe dalam (jam), a ; b ; a' ; n = tetapan, R_{24} = curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maximum dalam 24 jam - mm).

2.4.3 Waktu Konsentrasi

“Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran titik kontrol yang ditentukan di bagian hulu suatu aliran” (Hasmar,2011).

Menurut Kiprich (1940), perhitungan waktu konsentrasi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385} \quad (2.2)$$

Dimana :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

S = Kemiringan lahan

L = Panjang lintasan aliran didalam saluran sungai (km)

2.5 Pengukuran hujan

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi pada perencanaan debit banjir untuk menentukan dimensi suatu saluran drainase. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam sehingga hujan yang didata adalah hujan yang terjadi selama 24 jam (1 etmal).

Alat pengukur hujan dibedakan menjadi 2 yaitu alat ukur hujan biasa dan alat ukur hujan otomatis.

a. Alat ukur hujan biasa (*Manual rain gage*)

Alat ukur hujan biasa adalah alat ukur hujan yang berupa corong dan botol penampung seperti Gambar 2.6 yang berada di dalam silinder. Alat ini biasanya ditempatkan di lapangan terbuka dan hanya dapat memberi informasi berupa kedalaman hujan.



Gambar 2.2: *Manual rain gage*.

b. Alat ukur hujan otomatis (*automatic rain gage*)

Alat ukur hujan otomatis terdiri dari beberapa jenis yaitu alat ukur hujan jenis penampung, alat ukur hujan jenis timba jungkit, dan alat ukur hujan jenis timbangan seperti Gambar 2.7. Alat ukur hujan otomatis dapat member informasi berupa kedalaman hujan, intensitas hujan, dan durasi hujan yang terjadi secara otomatis.



Gambar 2.3: *Automatic rain gage.*

2.6 Jenis hujan

Berdasarkan proses terjadinya, hujan dibedakan menjadi 3 bagian antara lain:

- Hujan konvektif (*convectonal storms*), tipe hujan ini disebabkan oleh adanya beda panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima oleh lapisan udara di atas permukaan tanah tersebut. Tipe hujan konvektif ini biasanya dicirikan dengan intensitas yang tinggi, berlangsung relatif cepat dan mencakup wilayah yang tidak terlalu luas. Tipe hujan inilah yang sering kali digunakan untuk membedakan dari tipe hujan yang sering dijumpai di daerah beriklim sedang (tipe hujan *frontal*) dengan intensitas hujan lebih rendah.
- Hujan frontal (*frontal/cyclonic storms*), tipe hujan yang umumnya disebabkan oleh bergulungnya dua massa udara yang berbeda suhu dan kelembaban. Tipe hujan yang dihasilkan adalah hujan yang tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu lebih lama (hujan dengan intensitas rendah). Hujan badai dan hujan monsun (*monsoon*) adalah tipe hujan frontal yang lazim dijumpai.
- Hujan orografik (*orographic storms*), jenis hujan yang umum terjadi di daerah pegunungan, yaitu ketika massa udara bergerak ke tempat yang lebih tinggi mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi

proses kondensasi. Besarnya intensitas hujan orografik cenderung menjadi lebih besar dengan meningkatnya ketebalan lapisan udara lembab di atmosfer yang bergerak ke tempat yang lebih tinggi. Tipe hujan ini dianggap sebagai pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai karena berlangsung di daerah hulu DAS.

2.7 Pengolahan data hujan

Hujan Rerata Daerah Aliran

a. Cara Rata-rata Aljabar

$$R = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n) \quad (2.3)$$

dimana:

R = curah hujan daerah,

n= jumlah pos pengamatan,

R_1, R_2, R_n = curah hujan tiap pos pengamatan.

b. Metode Thiessen

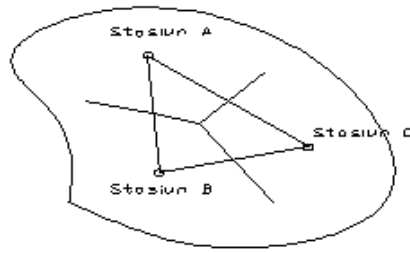
$$R = \frac{(A_1R_1 + A_2R_2 + \dots A_nR_n)}{A_1 + A_2 + \dots A_n} \quad (2.4)$$

dimana:

R = curah hujan daerah,

R_1, R_2, R_n = curah hujan tiap pos pengamatan,

A_1, A_2, A_n = luas daerah tiap pos pengamatan



Gambar 2.4: Contoh poligon Thiessen (Wesli, 2008).

c. Metode Isohyet

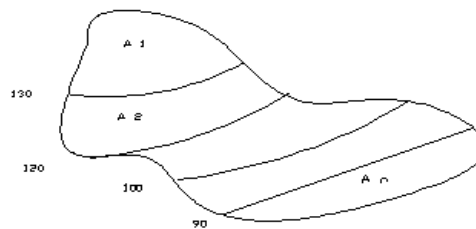
$$R = \frac{(A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.5)$$

dimana:

R = curah hujan daerah,

R_1, R_2, R_n = curah hujan rata-rata pada area

A_1, A_2, A_n ; A_1, A_2, A_n = luas area antara garis isohyt (topografi).



Gambar 2.5: Contoh garis Isohyt topografi (Sri Harto, 1993).

Dalam hal area Kecamatan Selayang ini tidak dipakai area DPL (diatas permukaan laut) karena berada dalam luasan daerah yang kecil yang dipakai hanya area lokal saja walaupun daerahnya lebih tinggi maka digunakan elevasi galian dan timbunan

2.8 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologis dilakukan atas dasar data curah hujan, topografi daerah, karakteristik daerah pengaliran serta frekuensi banjir rencana. Hasil analisis hidrologi adalah besarnya debit air yang harus ditampung oleh selokan samping. Selanjutnya atas dasar debit yang kita peroleh maka dimensi selokan samping dapat kita rencanakan berdasarkan analisa/perhitungan hidrolika.

Beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk analisis hidrologi sebagai berikut:

1. Analisa Data curah hujan selama beberapa tahun dari stasiun pencatat curah hujan.
 - a. Penentuan *series* data
 - Data maksimum tahunan (*maximum annual series*).
 - Data parsial (*partial annual series*).
 - b. Analisa frekuensi dengan skala ulang 2, 5, 10 tahun dan seterusnya.

Frekuensi banjir rencana ditetapkan berdasarkan pertimbangan kemungkinan kerusakan terhadap bangunan-bangunan di sekitar jalan akibat banjir.

2.8.1 Analisa Curah Hujan Rencana

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. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam jaman atau menitan. 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 period*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang

akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan.

2.8.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan

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

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

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Normal
- Distribusi Pearson Type III
- Distribusi Log Pearson III
- Distribusi Gumbel

A. Distribusi Normal

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

$$X_T = \bar{X} + K_T S \quad \text{atau} \quad K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S} \quad (2.6)$$

Di mana: X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahunan, \bar{X} = nilai rata-rata hitung variat, S = deviasi standar nilai variat, K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik disrtibusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Distribusi Normal memiliki fungsi kerapatan probabilitas yang dirumuskan:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad -\infty < x < \infty \quad (2.7)$$

di mana μ dan σ adalah parameter statistik, yang masing-masing adalah nilai rata-rata dan standar deviasi dari variat.

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi K_T umumnya sudah tersedia dalam tabel, disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variablereduced Gauss*), seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Nilai Variabel reduksi Gauss (Suripin, 2004).

No.	Periode ulangT(tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84

Tabel 2.2: Lanjutan.

No	Periode ulangT(tahun)	Peluang	KT
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,08
18	100,000	0,010	2,33
18	200,000	0,005	2,58
20	5,00,000	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

B. Distribusi Log Normal

Dalam distribusi Log Normal data X diubah kedalam bentuk logaritmik $Y = \log X$. Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log Normal perhitungan curah hujan rencana menggunakan Pers. 2.10.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \quad \text{Satau} \quad K_T = \frac{\bar{Y} + Y_T}{S} \quad (2.8)$$

Dimana: Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T = tahun, \bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat, S = deviasi standar nilai variat, dan K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik disrtibusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Fungsi kerapatan probabilitas Log Normal adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\xi \cdot x \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln x - \lambda}{\xi}\right)^2\right] \quad (2.9)$$

$$\text{Dimana: } \lambda = E \ln x, \text{ dan } \xi = \sqrt{\text{Var. } \ln(x)} \quad (2.10)$$

Pers :

$$\log X_{TR} = \log X_i + k \cdot S_{\log x} \quad (2.11)$$

$$C_v = \frac{S_{\log x}}{\log \bar{x}} \quad (2.12)$$

$$S_{\log x} = \frac{\sqrt{\sum (\log \bar{x} - \log x_i)^2}}{(n-1)}; \log x_i = \frac{\sum \log x_i}{n} \quad (2.13)$$

Dimana: X_{TR} = besarnya curah hujan dengan periode ulang t , n = jumlah data, $\log \bar{x}$ = curah hujan harian maksimum rata-rata dalam harga logaritmik, k = faktor frekuensi dari Log Normal 2 Parameter, (sebagai fungsi dari koefisien variasi, C_v ; dan periode ulang t), $S_{\log x}$ = standard deviasi dari rangkaian data dalam harga logaritmiknya, dan C_v = koefisien variasi dari Log Normal v Parameter.

C. Distribusi Pearson Type III

Secara sederhana fungsi kerapatan peluang distribusi Pearson type III adalah sebagai berikut:

$$x_t = x_i + K_T \cdot S_i \quad (2.14)$$

Dimana: x_i = data ke- i , S_i = standar deviasi, C_s = koefisien skewness, dan K_T = faktor sifat distribusi Pearson type III.

D. Distribusi Log Pearson Type III

Secara sederhana fungsi kerapatan peluang distribusi Pearson Type III ini mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$\log X_t = \overline{\log X}_i + K_T \cdot S_i \quad (2.15)$$

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (2.16)$$

$$S_i = \text{standar deviasi} = \frac{\sqrt{(\log X_i - \log X)^2}}{(n-1)} \quad (2.17)$$

$$C_s = \text{koefisien skewness} = \frac{(\log X_i - \log X)^2}{(n-1) \cdot (n-2) S_i^3} \quad (2.18)$$

$$C_k = \text{koefisien kurtois} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{S^4} \quad (2.19)$$

dimana: x_i = data ke-i,

S_i = standar deviasi ,

C_s = koefisien skewness,

N = jumlah data,

C_k = koefisien kurtois

C_v = koefisien variasi

K_T = koefisien frekuensi.

E. Distribusi Gumbel Type I Ekstremal

Metoda distribusi Gumbel banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan yang mempunyai rumus:

$$R_t = R + K \cdot S_x \quad (2.20)$$

$$K = (y_t - y_n) / S_n \quad (2.21)$$

$$Y_t = - (0,834 + 2,303 \log t / (t-1)) \quad (2.22)$$

dimana: R_t = curah hujan untuk periode ulang t tahun (mm), R = curah hujan maksimum rata-rata, S_x = standar deviasi, K = faktor frekuensi, dan S_n , Y_n = faktor pengurangan deviasi standar rata-rata sebagai fungsi dari jumlah data

2.8.3 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang

yang di perkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dapat dilakukan dengan Uji Chi-kuadrat (*Chi-square*) atau Uji *Smirnov-Kolmogorov*. Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* sering juga disebut uji kecocokan *non parametric* (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Tabel 2.3: Nilai kritis *D_o* untuk uji *Smirnov- Kolmogorov* (Suripin, 2004).

N	A			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	$1.07/n^{0.5}$	$1.22/n^{0.5}$	$1.36/n^{0.5}$	$1.63/n^{0.5}$

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

Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:
 $X_1 P(X_1) ; X_2 P(X_2) ; X_n P(X_n)$
2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.
 $X_1 P'(X_1) ; X_2 P'(X_2) ; X_n P'(X_n)$
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
 $D = \text{Maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan Nilai kritis (D_0). Apabila nilai D lebih kecil dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

2.8.4 Banjir Rencana

Banjir rencana tidak boleh kita tetapkan terlalu kecil agar jangan terlalu sering terjadi ancaman pengrusakan bangunan atau daerah di sekitarnya. Tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga ukuran bangunan tidak ekonomis. Jatuhnya hujan terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu. Hanya kadang-kadang terjadi penyimpangan-penyimpangan pada pola itu tetapi biasanya kembali pada pola yang teratur. Untuk menentukan banjir rencana dalam perencanaan saluran drainase, perlu diadakan pertimbangan-pertimbangan hidro ekonomis yang didasarkan pada:

- a. Besarnya kerugian

Besar kerugian yang akan diderita jika terjadi banjir dan sering tidaknya kerusakan itu terjadi, maka dari pertimbangan ini adalah pentingnya objek yang harus diamankan, misalnya suatu daerah pemukiman penduduk atau perkantoran di dalam kota umumnya dinilai lebih penting dari pada suatu daerah kosong di pedesaan. Kerugian yang diakibatkan genangan air banjir di daerah perkotaan dapat berupa kerugian

harta benda, terganggunya arus lalu-lintas dan terganggunya kegiatan penduduk. Sedangkan genangan air yang terjadi di daerah pedesaan mungkin hanya mengakibatkan terputusnya hubungan lalulintas kendaraan selama beberapa waktu, yang umumnya tidak begitu besar pengaruhnya pada kehidupan rakyat setempat.

b. Umur ekonomis bangunan

Besarnya banjir rencana juga harus disesuaikan terhadap umur ekonomis bangunan, umpamanya umur ekonomis suatu saluran drainase selama 10 tahun, tentunya tidak akan dibangun terhadap banjir rencana 20 tahun yang mungkin tidak akan pernah terjadi selama umur bangunan itu.

Jika $P(X \leq x)$ merupakan probabilitas bahwa x akan disamai atau kurang dari, maka $P(X \geq x)$ merupakan probabilitas bahwa x akan disamai atau kurang dari n tahun kejadian berulang.

$$P(X \leq x)^n = P[(X \leq x)]^n = [1 - P(X \geq x)]^n \quad (2.23)$$

Kejadian yang sama atau kurang dari :

$$P(X \geq x)^n = 1 - [1 - P(X \geq x)]^n \quad (2.24)$$

$$Tr = \frac{1}{P(X \geq x)} \quad (2.25)$$

$$P(X \geq x)^n = 1 - \left[1 - \frac{1}{Tr}\right]^n \quad (2.26)$$

Umpamanya untuk banjir dengan masa ulang tahun 10 tahun maka probabilitas terjadinya banjir untuk 2 tahun seekali adalah:

$$P(X \geq 5\text{tahun}) = 1 - \left[1 - \frac{1}{10}\right]^2 = 1 - 0,9^2 = 0.19 = 19 \% \quad (2.27)$$

Dengan kata lain untuk perencanaan dengan masa ulang 10 tahun maka probabilitas banjir untuk 2 tahun sekali adalah 19 %.Tabel berikut ini menunjukkan probabilitas terjadinya banjir selama N tahun dalam masa ulang Tr tahun.

Tabel 2.4: Probabilitas banjir.

Jumlah tahun dalam periode	Rata-rata periode ulang T_r , dalam tahun							
	5	10	20	50	100	200	500	1000
1	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1
2	36	19	10	4	2	1	0,4	0,2
3	49	27	14	6	3	1,5	0,6	0,3
5	67	41	23	10	5	2,5	1	0,5
10	89	65	40	18	10	5	2	1
20	99	88	64	33	18	10	4	2
30	99,8	96	79	45	26	14	6	3
60	-	99,8	95	70	45	26	11	6
100	-	-	99,4	87	63	39	18	10
200	-	-	-	98,2	87	63	33	18
500	-	-	-	-	99,3	92	63	39
1000	-	-	-	-	-	99,3	86	63
Bila tidak tertulis, % probabilitasnya 99,9								

2.9 Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana adalah besarnya banjir yang direncanakan dalam kurun waktu antara 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 100 tahun yang digunakan untuk merencanakan bendung dan saluran. Perhitungan debit banjir

rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode yang dapat dilakukan antara lain adalah:

2.9.1 Metode Rasional

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

$$Q = 0,00278C.I.A \quad (2.28)$$

dimana: Q = debit dalam m^3/ det , A = luasan daerah aliran dalam Ha, I = intensitas curah hujan dalam mm/ jam , C = angka pengaliran.

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

$$Q = 0,00278C.C_s.I.A \quad (2.29)$$

dimana: Q = debit dalam m^3/ det , A = luasan daerah aliran dalam Ha, I = intensitas curah hujan dalam mm/ jam , C = angka pengaliran, C_s = koefisien tampungan.

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c+T_d} \quad (2.30)$$

dimana: C_s = koefisien tampungan, T_c = waktu konsentrasi (jam), dan T_d = waktu aliran air mengalir did lam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam).

2.9.2 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) adalah perbandingan antara jumlah aliran (*run off*) dengan jumlah curah hujan. Sehingga disingkat dengan:

$$C = \frac{\text{Jumlah aliran}}{\text{Jumlah curah hujan}} \quad (2.31)$$

Persentase angka pengaliran berangsur-angsur bertambah selama hujan berlangsung, juga harga koefisien pengaliran tersebut berbeda-beda, yang mana hal ini dapat disebabkan antara lain:

1. Faktor meteorologi, yang mencakup:
 - a. Curah hujan
 - b. Intersepsi
 - c. Evaporasi
 - d. Transpirasi
2. Faktor daerah, yang mencakupi:
 - a. Karakteristik daerah pengaliran
 - b. Faktor fisik, yaitu antara lain:
 - Penggunaan tanah (land use)
 - Jenis tanah
 - Kondisi topografi

Dapat dimengerti betapa sukar untuk menentukan besarnya pengaruh dari setiap faktor itu sendiri-sendiri. Berhubung dengan itu mungkin diperhitungkan semua faktor secara sendiri-sendiri. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tataguna lahan dikemudian hari karena dalam hal ini pengaruh koefisien pengaliran sangat besar dalam menentukan besarnya aliran disuatu tempat daerah tertentu berdasarkan jenis daerah aliran tersebut, koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Koefisien aliran (c) secara umum (Wesli, 2008).

Tipe Daerah Aliran	Kondisi	Koefisien Aliran C
Rerumputan	Tanah pasir, datar, 2%	0.05 - 0.10
	Tanah pasir, rata-rata, 2-7%	0.10 - 0.15
	Tanah pasir, curam, 7%	0.15 - 0.20
	Tanah gemuk, datar, 2%	0.13 - 0.17
	Tanah gemuk, rata-rata, 2-7%	0.18 - 0.22
	Tanah gemuk Curam, 7%	0.25 - 0.35
Business	Daerah Kota lama	0.75 - 0.95
	Daerah pinggiran	0.50 - 0.70
Perumahan	Daerah "Single family"	0.30 - 0.50
	"Multi units" terpisah-pisah	0.40 - 0.60
	"Multi units" tertutup	0.60 - 0.75
	"Suburban"	0.25 - 0.40
	Daerah rumah apartemen	0.50 - 0.70
Industri	Daerah ringan	0.50 - 0.80
	Daerah berat	0.60 - 0.90
Pertamanan, kuburan		0.10 - 0.25
Tempat bermain		0.20 - 0.35
Halaman kereta api		0.20 - 0.40
Daerah yang tidak		0.10 - 0.30

Tabel 2.5: *Lanjutan.*

Tipe Daerah Aliran	Kondisi	Koefisien Aliran C
Jalan	Beraspal	0.70 – 0.95
	Beton	0.80 - 0.95
	Batu	0.70 - 0.85
Atap		0.70 - 0.95

Pada perencanaan drainase di Kecamatan Medan Sunggal, digunakan koefisien pengaliran pada Tabel 2.5 dengan alasan-alasan sebagai berikut:

1. Harga-harga koefisien *run off* (koefisien pengaliran pada Tabel 2.5 merupakan hasil yang disurvei (diselidiki) pada sebagian daerah di Amerika Serikat.
2. Harga-harga koefisien pada Tabel 2.5 tidak tergantung pada lamanya hujan.
3. Harga-harga koefisien pengaliran pada Tabel 2.5 sangat sesuai untuk studi kasus ini, karena persentase daerah kedap dapat disurvei di lapangan.

Tabel 2.6 menunjukkan besarnya koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap, dengan waktu konsentrasi (t_c).

Tabel 2.6: Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi.

t_c	Persentase permukaan yang kedap									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10	0,149	0,189	0,229	0,269	0,309	0,350	0,390	0,430	0,470	0,510
20	0,236	0,277	0,318	0,360	0,401	0,442	0,483	0,524	0,566	0,607

Tabel 2.6: Lanjutan.

t_c	Persentase permukaan yang kedap									
30	0,287	0,392	0,372	0,414	0,457	0,499	0,541	0,584	0,626	0,669
45	0,334	0,377	0,421	0,464	0,508	0,551	0,594	0,638	0,681	0,73
60	0,371	0,415	0,458	0,502	0,546	0,590	0,633	0,677	0,721	0,764
75	0,398	0,442	0,486	0,530	0,574	0,618	0,661	0,705	0,749	0,793
90	0,422	0,465	0,509	0,552	0,596	0,639	0,682	0,736	0,769	0,813
105	0,445	0,487	0,530	0,572	0,615	0,657	0,699	0,742	0,784	0,827
120	0,463	0,505	0,546	0,588	0,629	0,671	0,713	0,754	0,796	0,837
135	0,479	0,521	0,561	0,601	0,642	0,683	0,724	0,765	0,805	0,846
150	0,495	0,535	0,574	0,614	0,654	0,694	0,733	0,775	0,813	0,852
180	0,522	0,560	0,598	0,636	0,674	0,713	0,751	0,789	0,827	0,865

2.9.3 Koefisien Tampungan

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampungan oleh cekungan ini terhadap debit rencana diperkirakan dengan koefisien tampungan yang diperoleh dengan rumus berikut ini.

$$C_s = \frac{2 T_c}{2 T_c + T_d} \quad (2.32)$$

dimana: C_s = koefisien tampungan,

T_c = waktu konsentrasi (jam),

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

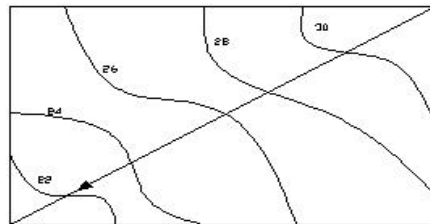
2.9.4 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi pada daerah pengaliran adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari daerah yang terjauh ke suatu pembuang (*outlet*) tertentu, yang diasumsikan bahwa lamanya hujan sama dengan waktu konsentrasi pada semua bagian daerah pengaliran dimana air hujan berkumpul bersama-sama untuk mendapatkan suatu debit yang maksimum pada *outlet*.

Waktu konsentasi terdiri dari 2 (dua) bagian:

- a. Waktu pemasukan (*inlet time*) atau *time of entry* yaitu waktu yang dibutuhkan oleh aliran permukaan untuk masuk ke saluran.
- b. Waktu pengaliran (*conduit time*) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir pada saluran

Gambar 2.6: merupakan contoh saluran A – B pada suatu daerah pengaliran (Suyono, 1976).



Gambar 2.6: Saluran drainase melintasi diagonal A-B. Pada suatu daerah pengaliran (Suyono, 1976).

Pada Gambar 2.6, terlihat sebuah saluran drainase melintasi diagonal A- B pada sebuah daerah pengaliran. Bila hujan jatuh pada titik A maka hujan tersebut akan segera mengalir ke titik B dan seterusnya, demikian juga halnya air hujan yang jatuh di sekitar titik A akan masuk ke saluran dan seterusnya sampai di titik B.

Dari gambaran ini dapat dijelaskan adalah waktu pemasukan adalah waktu yang dibutuhkan air hujan dari titik terjauh masuk ke titik pengaliran misalnya titik A, sedangkan waktu pengaliran adalah waktu yang dibutuhkan oleh air dalam perjalanan dari titik A ke B.

Waktu pemasukan (*inlet time*) dipengaruhi oleh:

1. Kekasaran permukaan daerah pengaliran.
2. Kejenuhan daerah pengaliran.
3. Kemiringan daerah pengaliran.
4. Sisi dari bagian daerah atau jarak areal pembagi ke saluran.
5. Susunan atap/ perumahan yang ada pada daerah tersebut.

Dalam hal ini untuk curah hujan yang berasal dari atap, perkerasan halaman ataupun jalan yang langsung masuk ke saluran, waktu pemasukannya tidak lebih dari 5 menit. Pada daerah komersial yang relatif datar, waktu pemasukan yang dibutuhkan sekitar 10 sampai 15 menit, dan pada daerah pemukiman penduduk yang relatif datar waktu yang dibutuhkan sekitar 20 sampai 30 menit.

Waktu pengaliran (*time of flow*) tergantung pada perbandingan panjang saluran dan kecepatan aliran. Menurut rumus empiris dari Kirpich yang diasumsikan dari rumus *manning* untuk koefisien kekasaran rata-rata dan jari-jari hidraulis yang berlaku umum adalah sebagai berikut:

$$t_{of} = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{s}} \right)^{0,77} \quad (2.33)$$

dimana: t_{of} = waktu pengaliran (menit), L = panjang saluran yang ditinjau dari inlet (pemasukan) sampai ke tampang yang ditinjau (m), s = slope (kemiringan daerah pengaliran).

Maka waktu konsentrasi = waktu pemasukan + waktu pengaliran atau:

$$t_c = t_{oe} + t_{of} \quad (2.34)$$

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Wilayah Studi

Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi di Jl Dr Mansyur Kecamatan medan selayang, diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian. Untuk itu dilakukan pengambilan data baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengambilan data langsung maksudnya adalah peninjauan dan pencatatan atau pengukuran langsung dilakukan di lapangan. Dan yang dimaksud dengan pengambilan data tidak langsung ialah pengambilan data kepada instansi atau pejabat yang berkaitan dengan pengadaan data-data guna membantu memenuhi dan melengkapi data.

Kota Medan terdiri dari 21 Kecamatan dengan luas areal 26.510 Ha. Nama Kecamatan-kecamatan tersebut di sajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Nama Kecamatan, Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Kota Medan (BPS Kota Medan, 2010).

No	Kecamatan	Luas (Ha)	Penduduk	Kepadatan
1	Medan Tuntungan	2.068	80.042	3967,21
2	Medan Johor	1.458	125.913	8636,01
3	Medan Amplas	1.119	116.227	10386,68
4	Medan Denai Jalan AR Hakim	0.905	142.001	15690,72
5	Medan Area	0.552	96.675	17513,59
6	Medan Kota	0.527	72.685	13792,22
7	Medan Maimun	0.298	39.577	13310,40
8	Medan Polonia	0.901	53.552	5943,62

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

No	Kecamatan	Luas (Ha)	Penduduk	Kepadatan
9	Medan Baru	0.584	39.557	6776,88
10	Medan Selayang	1.281	100.45	7841,92
11	Medan Sunggal	1.544	112.967	7316,52
12	Medan Helvetia	1.316	145.519	11057,67
13	Medan Petisah	0.682	61.855	9069,65
14	Medan Barat	0.533	70.912	13304,32
15	Medan Timur	0.776	108.792	14019,59
16	Medan Perjuangan	0.409	93.526	22866,99
17	Medan Denai Jalan AR Hakim	0.799	133.841	16751,06
18	Medan Deli	2.084	170.931	8202,06
19	Medan Labuhan	3.667	112.642	3071,78
20	Medan Marelan	2.382	147.318	6184,63
21	Medan Belawan	2.625	95.709	3646,06
	Total(Kota Medan)	19.544	2.020.241	219,350

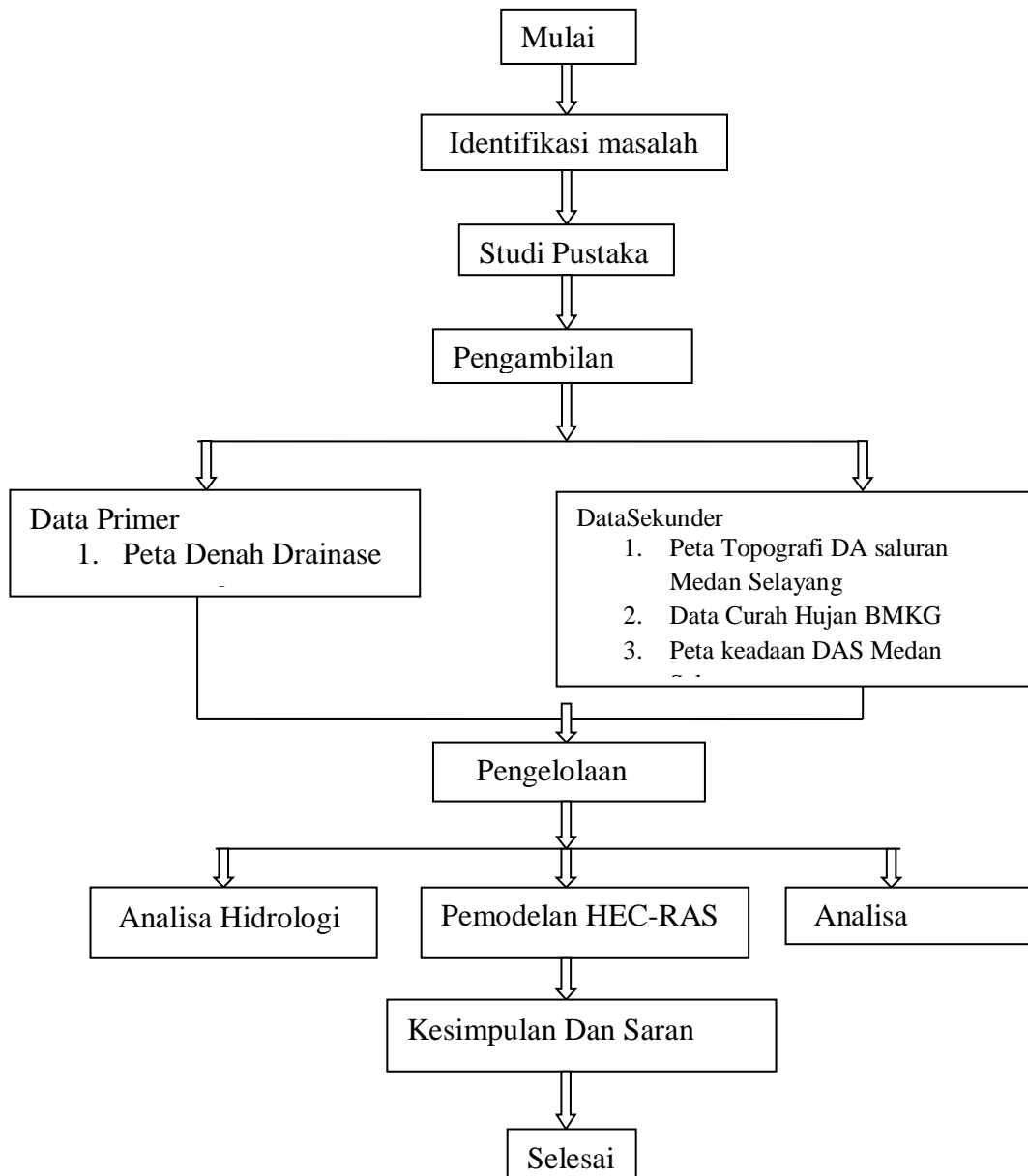
3.2 Metodologi

Pendugaan kemungkinan terjadinya banjir atau genangan yang cukup luas dan tinggi di Kecamatan Medan Selayang jalan Dr.Mansyur diakibatkan curah hujan yang tinggi pada daerah tangkapan air (*catchment area*) yang bermasalah

Dalam penulisan ini pengolahan data tersebut dianalisis menggunakan metode Rasional, Waduen dan Haspers dan pengkombinasian program *HEC RAS 4.1.0*. Sehingga, untuk memperoleh hasil akhirnya harus melalui tahapan kerja tertentu. Tahapan kerja yang dimaksud terdiri dari pemasukan (*input*), proses (*process*), dan keluaran (*output*).

3.3 Flowchart Penelitian

Berikut ini merupakan bagan alir penelitian (Gambar 3.1):



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis hidrologi dan hidraulika pada lokasi studi serta pengkombinasian *HEC-RAS 4.0* sebagai program pendukung. Data-data tersebut berupa data lokasi studi tersebut serta data curah hujan bulanan berdasarkan beberapa stasiun penangkar curah hujan tahun 2004 hingga 2014 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sampali Medan dan Peta digital satuan.

3.4.1 Data primer

Data-data primer yang dikumpulkan untuk penelitian ini adalah Peta denah dan dimensi penampang drainase di Jl Dr.Mansyur.

3.4.2 Data sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah:

1. Data curah hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2004 hingga 2014 Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sampali Medan.
2. Peta topografi (panjang dan kemiringan lereng) Daerah Aliran Saluran (DAS) di Jalan Dr.Mansyur. Kecamatan Medan Selayang.
3. Peta Keadaan DA Saluran Medan Selayang.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) mulai dari pemasukan data (*input*) sampai dengan pencetakan hasil (*output*) berupa peta. Peralatan tersebut mencakup perangkat keras yang terdiri dari: (a) komputer, (b) printer dan (c) alat tulis. Perangkat lunak yang terdiri dari: (a) *Microsoft office 2007*, (b) *Google Earth versi 5.0.11733.9347*, (c) *Auto Cad versi 2007*, (d) *Global Mapper versi 15*, dan (e) *HEC_RAS versi 4.1.0*.

3.5 Pengolahan dan Analisis Data

Untuk menganalisa tinggi muka air banjir diperlukan beberapa langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Menentukan curah hujan harian maksimum tahunan dari hasil pengamatan Stasiun Sampali.
2. Menganalisa frekuensi curah hujan maksimum dengan 2 metode:
 - a. Menganalisis curah hujan dengan Distribusi Log Pearson Tipe III dengan menentukan mean (\bar{x}), Standard Deviation (Sd), Koefisien Skewness (Cs), Pengukuran kurtosis (Ck) dan Koefisien Variasi (Cv).
 - b. Menganalisis curah hujan dengan Distribusi Gumbell dengan menentukan Standard Deviation (Sd), Koefisien Skewness (Cs), Pengukuran kurtosis (Ck) dan Koefisien Variasi (Cv).
 - c. Menganalisis curah hujan dengan Distribusi Log Normal menentukan mean (\bar{x}), Standard Deviation (Sd), Koefisien Skewness (Cs), Pengukuran kurtosis (Ck) dan Koefisien Variasi (Cv).
3. Melakukan pengujian distribusi frekuensi dengan Uji Smirnov Kolmogrov untuk mengetahui apakah jenis distribusi yang dipilih sudah tepat.
4. Menganalisa debit banjir rancangan dengan Metode Rasional
5. Menganalisis tinggi muka air banjir menggunakan aplikasi HEC-RAS
4.1.0.

3.6 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi yang dilakukan pada studi ini meliputi kegiatan mengolah data mentah sampai didapatkan harga debit limpasan (banjir). Data hujan yang dipakai untuk analisis ini berasal dari stasiun yang berada di wilayah kota Medan.

3.6.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa perioda ulang. Data hujan yang digunakan adalah data bulanan maksimum. Pada analisis ini digunakan beberapa metoda analisis distribusi untuk memperkirakan curah hujan dengan tahun periode ulang tertentu. 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, dan 10 tahun.

1. Metode Distribusi Normal

Merupakan Fungsi Distribusi Kumulatif (CDF) Normal atau dikenal dengan distribusi Gauss (*Gaussian Distribution*). Distribusi Normal memiliki fungsi kerapatan probabilitas yang dapat dilihat pada Pers. 2.6 dan Pers. 2.7 pada Bab II.

2. Metode Distribusi Log Normal

Untuk distribusi Log Normal perhitungan curah hujan rencana menggunakan Pers. 2.8 sampai dengan Pers. 2.13 pada Bab II.

3. Metode Distribusi Pearson Type III

Metode ini menggunakan faktor sifat distribusi secara sederhana pada fungsi kerapatan peluang distribusi Pearson Type III. Rumus yang digunakan ini dapat dilihat pada Pers. 2.16 pada Bab II.

4. Metode Distribusi Log Person Type III

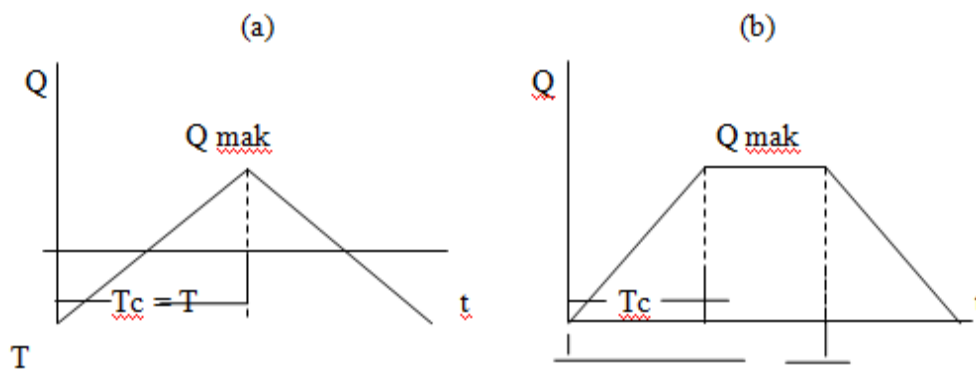
Secara sederhana fungsi kerapatan peluang distribusi Pearson Type III ini dapat dilihat pada Pers. 2.15 sampai dengan Pers. 2.19 pada Bab II.

5. Metode Distribusi Gumbel Type I Eksternal

Metoda distribusi Gumbel banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan yang mempunyai rumus seperti pada Pers. 2.20 sampai dengan Pers. 2.22 pada Bab II.

Hasil pengolahan data yang dilakukan disajikan pada lampiran. Kemudian disajikan tabel *resume* perhitungan frekuensi hujan pada stasiun-stasiun yang dihitung dengan mempergunakan 5 (lima) metode perhitungan distribusi frekuensi.

Dari Gambar 3.2 (a) memperlihatkan hidrograf rasional untuk durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi. Debit maksimum terjadi saat waktu konsentrasi yaitu setelah aliran dari tempat yang paling jauh dengan aliran dari bagian lainnya bersama-sama sampai ketempat pengukuran dan aliran langsung kembali mengecil setelah hujan berhenti. Apabila lama hujan lebih besar dari waktu konsentrasi, maka debit akan konstan sebesar debit maksimum sampai hujan berhenti dan kemudian aliran mengecil kembali, seperti gambar diperlihatkan pada Gambar 3.2 (b).



Gambar 3.2: (a) hidrograf rasional durasi hujan (T) sama dengan waktu konsentrasi (T_c), dan Gambar (b) durasi hujan (T) lebih besar daripada waktu konsentrasi (T_c) (Wesli, 2008).

3.6.2 Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian kecocokan sebaran adalah untuk menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan *duration curve* cocok dengan sebaran empirisnya. Pengujian parameter dilakukan dengan metode *Smirnov-Kolmogorof*.

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

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:
 $X_1P(X_1) ; X_2 ; P(X_2) ; X_nP(X_n)$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.

$$X_1 P'(X_1) ; X_2 P'(X_2) ; X_n P'(X_n)$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{Maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$

4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan Nilai kritis (D_0).

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

3.6.3 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.

Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jamjaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe dapat dilihat pada Pers. 2.1 Bab 2.

3.6.4 Metode Rasional

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

Adapun asumsi dari metode rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Untuk daerah yang luas pengalirannya lebih besar dari 80 Ha Maka rumus rasional secara matematis dapat dilihat pada Pers. 2.29 pada Bab 2.

3.7 Analisis Hidrolis

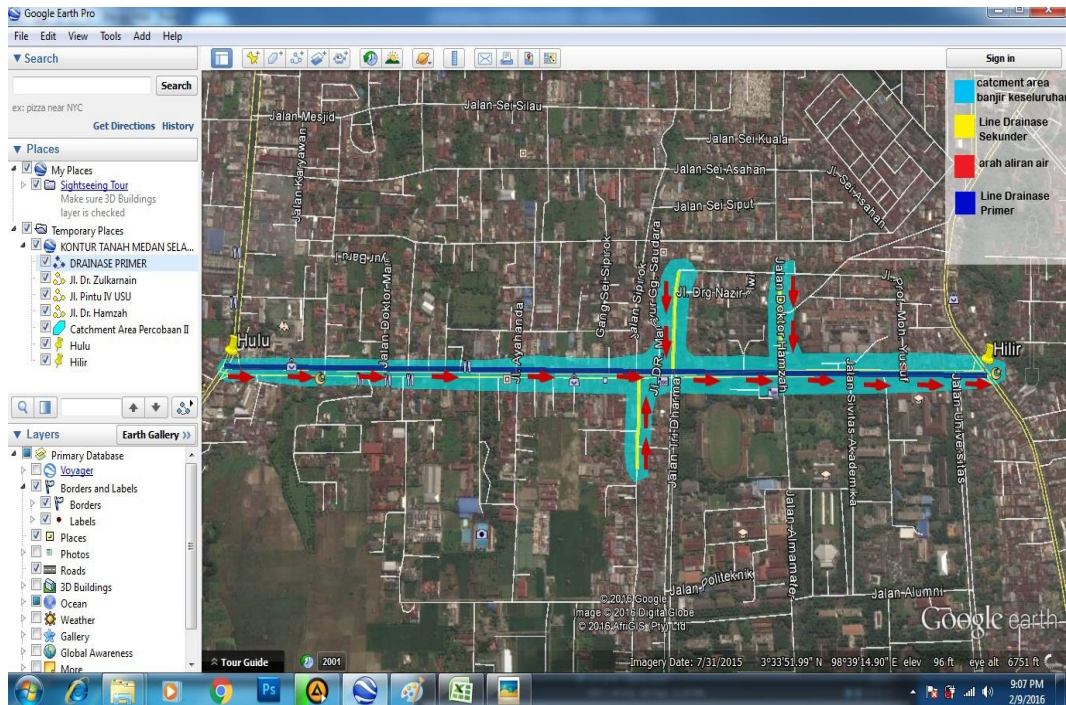
Analisis hidrolis dilakukan terhadap drainase pada kawasan tersebut dimana pada potongan penampang drainase waktu pemasukan (*inlet time*) dan waktu pengeluaran (*outlet time*) yang didapat serta menentukan kapasitas penampang berdasarkan data-data yang diperoleh sehingga didapat kapasitas debit yang telah direncanakan.

BAB 4

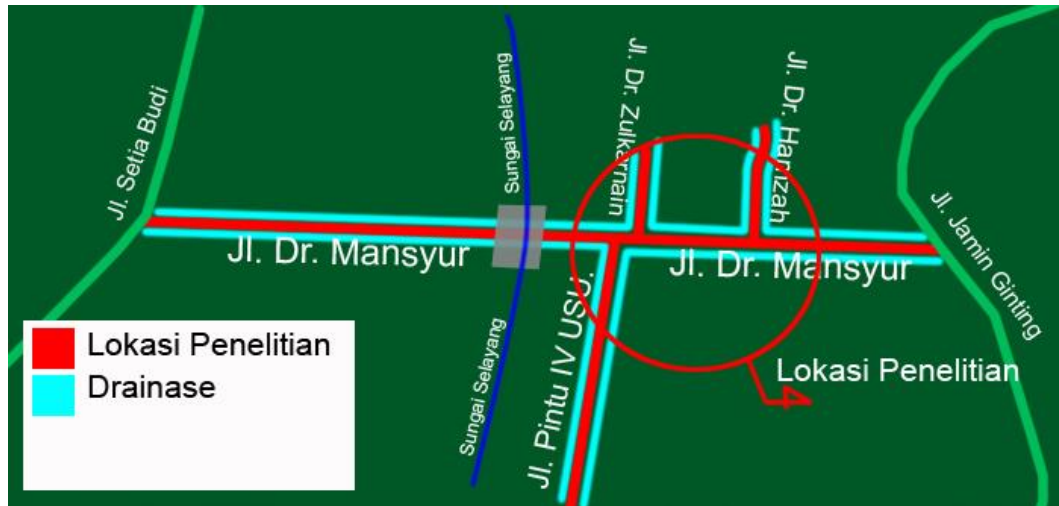
ANALISA DATA

4.1 Kondisi Umum dan Lokasi Studi

Lokasi studi yang diambil penulis untuk melakukan penelitian ini didapat dari peta *Google Earth Update* tahun 2015, dimana peta menjelaskan tentang keadaan genangan banjir pada lokasi disetiap saluran. Tampilan tersebut terdapat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1: Lokasi *Catchment Area* Saluran (Google Earth).



Gambar 4.2: Denah lokasi studi.

4.2 Topografi Wilayah

Dalam peta topografi lokasi mempunyai keadaan yang datar dan tidak berbukit dimana ketinggian lokasi hanya ± 96 ftdpl berdasarkan Google Earth update NASA 2015.

4.3 Tata Guna Lahan

Pada lokasi penelitian, terdapat dominasi dari perumahan penduduk, tempat ibadah, ruko penjualan dan gudang perusahaan/ perkantoran.

4.4 Iklim

Wilayah Medan khususnya Kecamatan Selayang Jalan Dr. Mansyur mempunyai iklim Tropis.

4.5 Keadaan Saluran

Pada umumnya kondisi saluran yang ada pada Jalan Jalan Dr. Mansyur masih dalam keadaan baik. Saluran sebagian besar terdiri dari saluran terbuka dengan penampang persegi panjang, untuk pengaliran air hujan dari bangunan ke saluran di tepi jalan umumnya adalah drainase dengan saluran tertutup.

4.6 Analisa Saluran Drainase

Pada Jalan Dr. Mansyur kawasan Medan Selayang merupakan saluran yang dibuat pada sisi kanan dan kiri jalan yang berfungsi untuk menampung dan membuang air yang berasal dari permukaan jalan dan daerah pengaliran sekitar jalan. Saluran drainase dapat dibedakan menjadi dua yaitu saluran drainase permukaan dan saluran drainase bawah permukaan. Pada studi kasus ini, saluran drainase yang diamati adalah saluran drainase permukaan dengan bentuk penampang trapesium. Adapun fungsi saluran drainase permukaan berdasarkan Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan NO.008/T/BNKT/1990 Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota, yaitu:

1. Mengalirkan air hujan secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping menuju saluran pembuang akhir.
2. Mencegah aliran air yang berasal dari daerah pengaliran disekitar jalan masuk ke daerah perkerasan jalan.
3. Mencegah kerusakan lingkungan di sekitar jalan akibat aliran air.

4.7 Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis Curah Hujan Rencana adalah analisa curah hujan dengan tujuan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan di tahun ke n yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal. Pengamatan curah hujan harian maksimum berdasarkan Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika Stasiun Sampali untuk 10 Tahun terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Tabel curah hujan harian maksimum (Badan meteorologi dan klimatologi geofisika Sta. Sampali).

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2005	41.4
2006	38.4
2007	47
2008	57.8
2009	40.3
2010	42.5
2011	45.1
2012	36.2
2013	42.2
2014	39.1
N = 10 Tahun	430

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

4.8 Analisa Frekuensi

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

Tabel 4.2: Perhitungan analisa frekuensi untuk Distribusi Gumbel.

Tahun	Xi	X	Xi - X	(Xi - X)^2	(Xi - X)^3	(Xi - X)^4
2005	41.4	43	-1.6	2.56	-4.096	6.5536
2006	38.4	43	-4.6	21.16	-97.336	447.7456
2007	47	43	4	16	64	256
2008	57.8	43	14.8	219.04	3241.792	47978.5216
2009	40.3	43	-2.7	7.29	-19.683	53.1441
2010	42.5	43	-0.5	0.25	-0.125	0.0625
2011	45.1	43	2.1	4.41	9.261	19.4481
2012	36.2	43	-6.8	46.24	-314.432	2138.1376
2013	42.2	43	-0.8	0.64	-0.512	0.4096
2014	39.1	43	-3.9	15.21	-59.319	231.3441
N = 10 Tahun	430			332.8	2819.55	51131.3668

Parameter Statistik:

Curah hujan rata-rata (X)

$$X = \frac{\sum Xi}{N} = \frac{430}{10} = 43$$

Standar Deviasi (Sd) berdasarkan Pers. 2.17.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{(N - 1)}} = \sqrt{\frac{332.8}{9}} = 6.080935601$$

Koefisien Skewness (Cs) berdasarkan Pers. 2.18.

$$Cs = \frac{N \sum (Xi - X)^3}{(N - 1)(N - 2)S^3} = \frac{10(-28195.5)}{(9)(8)6.080935601^3} = 1.741551$$

Pengukuran Kurtosis (Ck) berdasarkan Pers. 2.19.

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} (51131.3668)}{6.080935601^4} = 3.739433$$

Koefisien Variasi (Cv) berdasarkan Pers. 2.12.

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{6.080935601}{43} = 0,14141710$$

Tabel 4.3: Perhitungan analisa frekuensi untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III.

Tahun	Xi	Yi = Log Xi	Log Yi	Log Yi – Log Y	(Log Yi – Log Y)^2	(Log Yi - Log Y)^3	(Log Yi – Log Y)^4
2005	41.4	1.6170	0.2087	-0.0034	0.0000	-0.0000	0.0000
2006	38.4	1.5843	0.1998	-0.0123	0.0001	-0.0000	0.0000
2007	47	1.6720	0.2232	0.0110	0.0001	0.0000	0.0000
2008	57.8	1.7619	0.2459	0.0338	0.0011	0.0000	0.0000
2009	40.3	1.6053	0.2055	-0.0066	0.0000	-0.0000	0.0000
2010	42.5	1.6283	0.2117	-0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
2011	45.1	1.6541	0.2185	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000
2012	36.2	1.5587	0.1927	-0.0194	0.0003	-0.0000	0.0000
2013	42.2	1.6253	0.2109	-0.0012	0.0000	0.0000	0.0000
2014	39.1	1.5921	0.2019	-0.0101	0.0001	-0.0000	0.0000
N = 10 Tahun	430	16.299		-0.0023	0.0019	0.0000	0.0000

Parameter Statistik:

Curah hujan rata-rata (Y)

$$Y = \frac{\sum Y_i}{N} = \frac{16.29942}{10} = 1.629942556$$

Standar Deviasi (Sd) berdasarkan Pers. 2.17.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{(N - 1)}} = \sqrt{\frac{0.001997243}{9}} = 0,014897$$

Koefisien Skewness (Cs) berdasarkan Pers. 2.18.

$$Cs = \frac{N \sum (Xi - X)^3}{(N - 1)(N - 2)S^3} = \frac{10(0.00002973)}{(9)(8)0,014896843^3} = 1.24884$$

Pengukuran Kurtosis (Ck) berdasarkan Pers. 2.19.

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} (0.0000015022)4}{0,014896843^4} = 3.050311$$

Koefisien Variasi (Cv) berdasarkan Pers. 2.12 .

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{0,014896843}{43} = 0,000346$$

Tabel 4.4: Hasil pengukuran dispersi Stasiun Sampali.

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Parameter Statistik	Parameter Hasil Logaritma
1	Sd	6.080935601	0,014896843
2	Cv	0,141417107	0,000346438
3	Cs	1.741550578	1.248840391
4	Ck	3.739433253	3.050311886

4.9 Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam pemilihan distribusi tercantum dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Parameter pemilihan distribusi curah hujan.

Jenis Sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Log Normal	$Cs = 3 Cv + Cv^3 = 0,000613$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3$	Cs= 1.24884 Ck= 3.05031	
Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	Cs= 1.24884	Dipilih
Gumbel	Cs= 1.14 Ck= 5.4	Cs= 1.74155 Ck= 3.73943	

Berdasarkan parameter pemilihan distribusi curah hujan diatas. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah metode Log Pearson Tipe III.

4.10 Penentuan Jenis Sebaran Cara Grafis (*Plotting Data*)

Disamping metode analisis kita dapat juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara *plotting* pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada didaerah studi, maka perlu dilakukan pengeplotan data pada kertas probabilitas (*Gumbel*, *Log Normal*, *Log Pearson Type III*). Dari *plotting* pada kertas probabilitas tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok atau yang mendekati garis regresinya. Sebelum itu, data harus diurutkan dahulu dari kecil hingga besar. Penggambaran posisi (*plotting positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh *Weinbull* dan *Gumbel*, yaitu:

$$Pt(Xm) = \frac{m}{n - 1} \times 100\%$$

Dimana:

P (Xm) = Data sesudah dirangking dari kecil hingga besar

m = Nomor urut

n = Jumlah data

Hasil dari perumusan diatas, untuk penentuan jenis sebaran dengan cara grafis dapat diketahui di dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6: *Plotting* data.

Tahun	Xi	M	(Xi)	P(Xm)	P(Xm)
2005	41.4	1	42.2	9.0909	11.1111
2006	38.4	2	40.3	18.1818	22.2222
2007	47	3	36.2	27.2727	33.3333
2008	57.8	4	39.1	36.3636	44.4444
2009	40.3	5	47	45.4545	55.5556
2010	42.5	6	42.5	54.5455	66.6667
2011	45.1	7	45.1	63.6364	77.7778
2012	36.2	8	38.4	72.7273	88.8889
2013	42.2	9	41.4	81.8182	100.0000
2014	39.1	10	57.8	90.9091	111.1111

Setelah melakukan *plotting* data pada kertas probabilitas, perlu dilakukan uji keselarasan sebaran (*Goodness of Fit Test*) yaitu dengan metode *Chi – Square* dan *Smirnov – Kolmogorof*.

4.10.1 Uji Smirov Kolmogrof

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov – Kolmogrov untuk metode Log Pearson Type III pada daerah studi dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7: Perhitungan uji kecocokan Smirnov Kolmogrof.

m	Xi	Log Xi	P(X)	Log Xi	P(X<)	Sd	P'(X)	P'(X<)	D
1	41.4	1.617	0.09091	0.2121	0.90909	0.0149	0.111111	0.888889	0.020202
2	38.4	1.58433	0.18182	0.2121	1.81818	0.0149	0.222222	1.777778	0.040404
3	47	1.6721	0.27273	0.2121	2.72727	0.0149	0.333333	2.666667	0.060606
4	57.8	1.76193	0.36364	0.2121	3.63636	0.0149	0.444444	3.555556	0.080808
5	40.3	1.60531	0.45455	0.2121	4.54545	0.0149	0.555556	4.444444	0.101010
6	42.5	1.62839	0.54545	0.2121	5.45455	0.0149	0.666667	5.333333	0.121212
7	45.1	1.65418	0.63636	0.2121	6.36364	0.0149	0.777778	6.222222	0.141414
8	36.2	1.55871	0.72727	0.2121	7.27273	0.0149	0.888889	7.111111	0.161616
9	42.2	1.62531	0.81818	0.2121	8.18182	0.0149	1.000000	8.000000	0.181818
10	39.1	1.59218	0.90909	0.2121	9.09091	0.0149	1.111111	8.888889	0.202020

Dari perhitungan nilai D, Tabel 4.7 menunjukkan nilai D max = 0,202020; data pada peringkat m = 10. Dengan menggunakan data pada Tabel 2.6 untuk derajat kepercayaan 5 % atau $\alpha = 0,05$, maka diperoleh $D_0 = 0,409$. Karena nilai D max lebih kecil dari nilai D_0 kritis ($0,202020 < 0,409$), maka distribusi yang diperoleh dapat diterima

4.11. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III terdapat pada Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8: Analisa frekuensi distribusi Log Pearson Tipe III.

No.	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt)^2	(Log Xi - Log Xrt)^3
1	2005	41.4	1.6170	-0.0165	0.0003	0.0000
2	2006	38.4	1.5843	-0.0491	0.0024	-0.0001
3	2007	47	1.6721	0.0386	0.0015	0.0001
4	2008	57.8	1.7619	0.1285	0.0165	0.0021
5	2009	40.3	1.6053	-0.0282	0.0008	0.0000
6	2010	42.5	1.6284	-0.0051	0.0000	0.0000
7	2011	45.1	1.6542	0.0207	0.0004	0.0000
8	2012	36.2	1.5587	-0.0748	0.0056	-0.0004
9	2013	42.2	1.6253	-0.0082	0.0001	0.0000
10	2014	39.1	1.5922	-0.0413	0.0017	-0.0001
Jumlah		430	16.2994	-0.0353	0.0293	0.0016
			Log Xrt=	1.6335		

Rumus Log Pearson Type III:

$$\text{Log}(X_t) = \text{Log}(X_{rt}) + k \cdot S$$

$$X_t = 10^{\text{Log} X_t}$$

Dimana:

X_t = Curah hujan rencana

X_{rt} = Curah hujan rata-rata

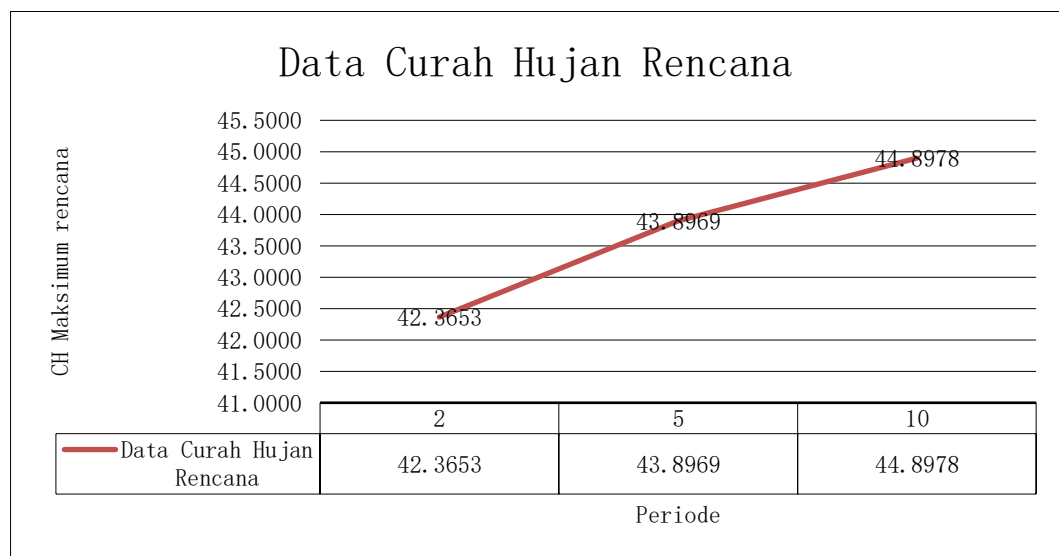
k = Koefisien untuk distribusi Log Pearson

S = Standar deviasi

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III.

No	Periode	Rata - rata Log Xi	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Type III	
						Log Rr	Rr (mm)
1	2	1.6299	0.0149	1.249	- 0.197	1.6270	42.3653
2	5	1.6299	0.0149	1.249	0.839	1.6424	43.8969
3	10	1.6299	0.0149	1.249	1.496	1.6522	44.8979
4	25	1.6299	0.0149	1.249	1.563	1.6532	45.0016
5	50	1.6299	0.0149	1.249	1.771	1.6563	45.3261
6	100	1.6299	0.0149	1.249	1.948	1.6590	45.5989



Gambar 4.3: Grafik curah hujan rencana.

4.12 Analisis Debit Banjir Rencana

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

4.12.1 Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran pada saluran Jalan Dr. Mansyur adalah 143 Ha. Sesuai dengan Pers. 2.28, rumus debit banjir rancangan metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

- Q = Debit dalam (m³/det)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran Ha.

Pada drainase ini, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0.95 sesuai dengan Tabel 2.8 dikarenakan daerah studi adalah daerah perkotaan padat penduduk.

4.12.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu. Besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Rumus untuk mencari intensitas curah hujan menurut Mononobe digunakan Pers. 2.1.

$$I = \frac{R}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Dimana:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- T_c = Lamanya curah hujan (menit) dapat dilihat pada Pers. 2.2
- R₂₄ = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maksimum dalam 24 jam/mm)

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q_2):

Diketahui data sebagai berikut:

- Mencari lamanya curah hujan (t_c)

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 2100^2}{1000 \times 0,003} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 1,099$$

- Mencari Intensitas curah hujan

$$I = \frac{42.3653}{24} \times \left[\frac{24}{1,099} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 13,80273649 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 5 tahun (Q_5):

Diketahui data sebagai berikut:

- Mencari lamanya curah hujan (t_c)

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 2100^2}{1000 \times 0,003} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 1,099$$

- Mencari Intensitas curah hujan

$$I = \frac{43.8969}{24} \times \left[\frac{24}{1,099} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 14,3017205 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 10 tahun (Q_{10}):

Diketahui data sebagai berikut:

- Mencari lamanya curah hujan (t_c)

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 2100^2}{1000 \times 0,003} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 1,099$$

- Mencari Intensitas curah hujan

$$I = \frac{44.8979}{24} \times \left[\frac{24}{1,099} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 14,62783402 \text{ mm/jam}$$

4.12.3 Mencari Q rancangan Jalan Dr. Mansyur

Perhitungan Intensitas Curah Hujan pada Jalan Dr. Mansyur untuk periode 2,5 tahun dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Perhitungan curah hujan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.

No	Periode	R24 (mm)	C	tc (jam)	I (mm/jam)
1	2	42.3653	0.95	1,099	13,80273649
2	5	43.8969	0.95	1,099	14,3017205
3	10	44.8979	0.95	1,099	14,62783402

Luas *Catchment Area* wilayah Jalan Dr. Mansyur adalah 40 Ha. Dimana koefisien pengaliran (C) = 0.95 (wilayah permukiman perkotaan) pada Tabel 2.8. Bab 2,

jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0.00278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0.00278 \cdot 0.95 \cdot 13,80273649 \cdot 40$$

$$Q = 1,45812108 \text{ m}^3/\text{det}$$

jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 5 tahun adalah:

$$Q = 0.00278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0.00278 \cdot 0.95 \cdot 14,3017205 \cdot 40$$

$$Q = 1,51083375 \text{ m}^3/\text{det}$$

jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 10 tahun adalah:

$$Q = 0.00278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0.00278 \cdot 0.95 \cdot 14,62783402 \cdot 40$$

$$Q = 1,54528439 \text{ m}^3/\text{det}$$

perhitungan debit banjir rancangan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun tersedia di dalam Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Perhitungan kala ulang 2, 5 tahun dan 10 tahun.

No	Periode	L (Km)	C	Tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	2.1	0.95	1,099	18.80346319	40	1,45812108
2	5	2.1	0.95	1,099	19.48322849	40	1,51083375
3	10	2.1	0.95	1,099	19.92749327	40	1,54528439

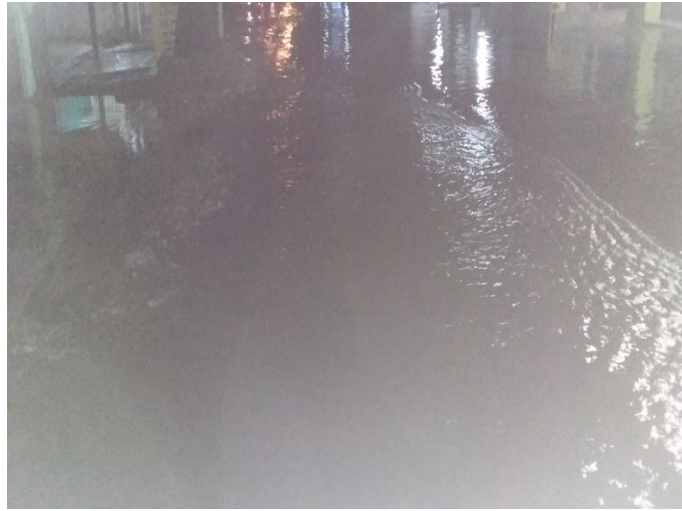
4.13. Karakteristik Kondisi Banjir

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan yang mengartikan banjir sebagai perendaman sementara oleh air pada daratan yang biasanya tidak terendam. Banjir yang terjadi di Jalan Dr. Mansyur, ini sering terjadi diakibatkan dengan adanya curah hujan yang tinggi mengguyur daerah ini.

Banjir di daerah ini disebabkan oleh tidak mampunya saluran drainase menahan volume air yang disebabkan oleh hujan dalam jangka waktu yang lama sehingga meluapkan air ke area jalan raya tersebut. Hal ini juga disebabkan oleh keadaan-keadaan sampah yang tertumpuk sehingga menghambat jalannya aliran air pada drainase yang terletak di kanan dan kiri ruas jalan tersebut.

Sesuai survey yang dilakukan kepada warga setempat didapatkan bahwa genangan air yang meluap ke badan jalan dr. Mansyur ini berada di sepanjang 2100 m jalan dengan tinggi rata-rata genangan air yang mencapai 50-70 cm pada titik tertinggi dengan luas genangan sekitar 21,5 Ha selama 10-12 jam sampai genangan itu mulai kecil dan stabil kembali, hal ini diakibatkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi yang sering mengguyur daerah tersebut terlebih pada saat musim hujan.

Sebagai contoh beberapa data banjir yang terjadi di Kota Medan, khususnya di jalan Dr. Mansyur. Berikut gambar kondisi banjir pada Jalan Dr. Mansyur:



Gambar 4.4: Kondisi banjir pada malam hari.



Gambar 4.5: Genangan air akibat banjir pada malam hari.



Gambar 4.6: Kondisi banjir di jalur kanan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan langsung dilapangan dan hasil perhitungan yang baik secara teknis maupun pemrograman pada data yang ada, maka penyusun dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari data curah hujan yang di dapat dari stasiun klimatologi, di analisa dengan metode log pearson type III, di dapat:
Intensitas curah hujan untuk I kala ulang 2 tahun adalah 13.80273649 mm/jam, intensitas curah hujan untuk I kala ulang 5 tahun adalah 14.3017205 mm/jam, dan intensitas curah hujan untuk I kala ulang 10 tahun adalah 14.62782402 mm/jam.
2. Debit banjir yang saya dapatkan untuk saluran drainase di Jalan Dr.mansyur Kecamatan Selayang adalah :
 - a. Debit banjir rancangan untuk Q 2 tahun adalah 1,45812108 m³/det
 - b. Debit banjir rancangan untuk Q 5 tahun adalah 1,51083375 m³/det
 - c. Debit banjir rancangan untuk Q 10 Tahun adalah 1,54528439 m³/det

5.2 Saran

1. Perlu dilakukannya perbaikan saluran penampang drainase yang melimpah diakibatkan dimensi drainase yang tidak beraturan lagi akibat padatnya pemukiman atau perubahan cuaca yang tidak menentu yang mengakibatkan debit curah hujan lebih tinggi.
2. Perlunya kesadaran dan kepedulian masyarakat dalam menjaga dan memelihara saluran drainase agar tidak terjadi pelimpahan debit air yang berlebih dengan penumpukan sampah dan rerumputan yang menutupi drainase dengan cara merawat saluran secara rutin serta membuang sampah pada tempatnya sehingga saluran berfungsi secara optimal.
3. Perlunya tinjauan yang lebih mendetail di daerah Medan Selakhususnya yang pada Jalan Dr mansyur untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

4. Perlunya kesadaran dan kepedulian masyarakat dalam menjaga dan memelihara saluran drainase agar tidak terjadi pelimpahan debit air yang berlebih dengan penumpukan sampah dan rerumputan yang menutupi drainase dengan cara merawat saluran secara rutin serta membuang sampah pada tempatnya sehingga saluran berfungsi secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Meteorologi Geofisik Badan Klimatologi (2015) Data Curah Hujan Medan Selayang dan Sekitarnya BMKG Sampali.

Departemen Pekerjaan Umum (1994) *Urban Drainase Guidelines and Technical Standards*.

BPS Kota Medan (2010) *Statistik Of Medan City*

Seyhan (1990) *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University press

Harto,S. (1993) *Analisis Hidrologi*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Suyono (1976) *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Soemarto (1987) *Hidrologi Teknik*, Surabaya: Usaha Nasional.

Hasmar H.A. (2011) *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.

Suripin (2004) *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

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

Kiprich (1940) Time Of Concentration Of Small Watershed. *J. Of Civil Engineering* 10(6). New York.NY.pp, ASCE.

www.allweatherinc.com

www.google/earthpoint.com

www.skyview.co.uk

