

**ANALISA INTENSITAS CURAH HUJAN MAKSIMUM
TERHADAP PERENCANAAN DRAINASE
PERKOTAAN KOTA MEDAN
(STUDI KASUS)**



SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Ujian Skripsi

Oleh:

**NAZRIANSYAH PUTRAGA LUBIS
08 811 0014**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

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

**ANALISA INTENSITAS CURAH HUJAN MAKSIMUM
TERHADAP PERENCANAAN DRAINASE
PERKOTAAN KOTA MEDAN
(STUDI KASUS)**

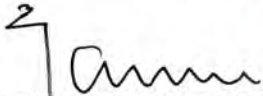
SKRIPSI

Disusun oleh :

**NAZRIANSYAH PUTRAGA LUBIS
08 811 0014**

Disetujui oleh :

Pembimbing I


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

Pembimbing II

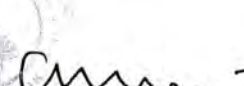

(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui :

Dekan


(Ir. Hj. Haniza, MT)

Ka. Prodi


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

Tanggal Lulus : 13 November 2014

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

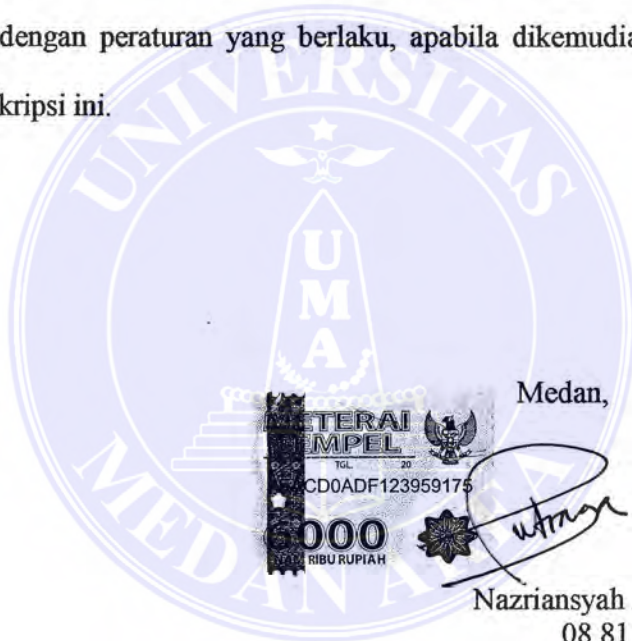
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, Juni 2014

Nazriansyah Putraga Lubis
08 811 0014

ABSTRAK

Masalah genangan air yang melanda perkotaan khususnya Kota Medan menunjukkan bahwa volume air yang masuk kedalam saluran melebihi kapasitas normal dari drainase dan ada faktor lain yang menyebabkan berkurangnya kapasitas dari saluran air itu sendiri. Salah satu hal yang menyebabkan kenaikan debit aliran air permukaan adalah intensitas curah hujan. Perhitungan debit menggunakan metode rasional menggunakan 3 faktor utama yaitu intensitas curah hujan maksimum, luas daerah, dan koefisien pengaliran. Intensitas maksimum dari data curah hujan harian dihitung dengan menggunakan metode Log Pearson – Tipe III. Untuk memperkirakan besarnya hujan rencana digunakan metode Log Pearson – Tipe III, yang bertujuan untuk mendapatkan harga debit banjir puncak dengan periode ulang (Q_{10}). Hasil penelitian dan perhitungan diketahui bahwa besaran debit drainase eksisting (Q_{eks}) daerah sekitar kawasan Kecamatan Medan Tembung lebih kecil dari pada besaran debit banjir puncak (Q_{renc}). Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem drainase eksisting yang ada tidak mampu menampung debit banjir puncak, maka dimensi saluran yang ada perlu dikaji ulang kembali, terlebih untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Dengan demikian, debit aliran saluran eksisting (Q_{eks}) daerah kawasan Kecamatan Medan Tembung $64,16237 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan besaran aliran puncak (Q_{renc}) daerah kawasan Kecamatan Medan Tembung $573,20790 \text{ m}^3/\text{detik}$ untuk mengatasi masalah genangan air/ banjir di sekitar kawasan Kecamatan Medan Tembung, dalam beberapa upaya mengatasinya yaitu: Melakukan Normalisasi, perbaikan saluran sekunder, tersier dan memperbesar dimensi saluran yang ada.

Kata Kunci : Intensitas, Debit, Rasional, Log Pearson – Tipe III

ABSTRACT

Problems of water pond which occurred over the urban in Medan indicate that the water volume which come into drainage exceed the normal capacities from drainage and there are other factors causing to decrease the capacities of drainage. One of matter causing increase charge the surface current is precipitation intensity. Calculation of discharge with the rasional method use 3 primary factors, they are maximum rainfall intensity, wide of area, and run off coefficient. Maximum Intensity from daily precipitation data calculated by using Log Pearson _ Type III method, used plan method Log Pearson – Type III distribution, that aims to get the price of peak flood discharge with a certain return period (Q_{10}). The results and calculations is known that the amount of existing drainage discharge (Q_{ext}), the area around Kecamatan Medan Tembung edge magnitude smaller than the flood peak discharge (Q_{plan}). Thus it can be deduced that the existing drainage system is unable to accommodate peak flood discharge. Thus, surface current drainage exceed existing (Q_{ext}) the area around Kecamatan Medan Tembung $64,16237 \text{ m}^3/\text{second}$, where as smaller than the flood peak discharge (Q_{plan}) the area around Kecamatan Medan Tembung $573,20790 \text{ m}^3/\text{second}$ to overcome the problem of stagnant water/ flood in the vicinity of around Kecamatan Medan Tembung, through some effort in to overcome that : Normalize the channel and levee repairs in the main channel and enlarging the existing dimension of the channel.

Keywords : Intensity, Discharge, Rasional, Log Pearson – Type III

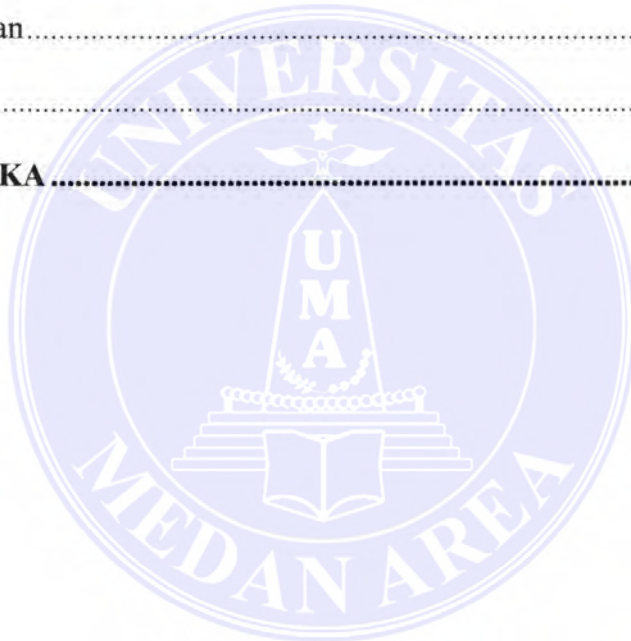
DAFTAR ISI

	Hal.
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Permasalahan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Pengumpulan data.....	3
1.6 Kerangka Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Siklus Hidrologi.....	5
2.2 Hujan.....	7
2.3 Analisa Curah Hujan.....	9
2.3.1 Curah Hujan Wilayah/ Daerah (Regional Distribution).....	9
1) Metode Rata – rata Aljabar.....	10
2) Metode Poligon Thiessen.....	11
3) Metode Isohiet.....	12

2.4	Analisa Frekuensi dan Probabilitas	14
2.4.1	Parameter Statistik.....	15
2.4.2	Pemilihan Jenis Metode untuk Menentukan Hujan Rata - rata Daerah.....	16
2.4.3	Analisis Jenis Sebaran (Distribusi).....	16
	1) Distribusi Log Normal	16
	2) Distribusi Log Pearson – Tipe III.....	17
	3) Distribusi Gumbel	20
2.4.4	Uji Keselarasan Distribusi.....	21
	1) Uji Keselarasan Chi – Kuadrat.....	21
	2) Uji Keselarasan Smirnov – Kolmogorof.....	22
2.5	Analisis Debit Banjir Rencana	23
2.5.1	Metode Rasional.....	23
	a) Koefisien Limpasan.....	23
	b) Intensitas Curah Hujan.....	25
	c) Waktu Konsentrasi	27
2.5.2	Metode Empiris	28
2.6	Tinjauan Hidrolika.....	29
2.6.1	Aliran Air pada Saluran Terbuka.....	29
2.6.2	Aliran Air pada Pipa.....	30
2.6.3	Sifat – sifat Aliran.....	30
2.6.4	Rumus – rumus Aliran Air	31
2.6.5	Analisis Dimensi Saluran	33

BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Gambaran Umum Kota Medan.....	37
3.1.1 Letak Geografis	37
3.1.2 Topografi	38
3.2 Lokasi Penelitian	39
3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	39
3.2.2 Keadaan Sistem Drainase	40
3.3 Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	40
3.3.1 Tahapan Persiapan.....	42
3.3.2 Tahapan Pengumpulan Data.....	42
3.3.3 Tahapan Pengolahan Data	43
3.3.4 Tahapan Analisa Data.....	43
3.3.5 Tahapan Penanganan dan Perencanaan Banjir	44
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Tinjauan Umum.....	45
4.2 Analisa Curah Hujan	45
4.2.1 Ketersediaan Data Curah Hujan	45
4.2.2 Analisis Curah Hujan Wilayah/ Daerah	46
4.3 Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana.....	46
4.3.1 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi).....	47
4.3.2 Analisis Jenis Sebaran (Distribusi).....	48
1) Distribusi Log Normal	48
2) Distribusi Log Pearson – Tipe III.....	49

3) Distribusi Gumbel	50
4.3.3 Perhitungan Curah Hujan Maksimum	51
4.3.4 Pengujian Keselarasan Sebaran (Distribusi).....	52
4.4 Analisa Debit Banjir Rencana	54
4.5 Analisa Kapasitas Penampang Saluran Eksisting.....	61
4.6 Analisis Perencanaan Dimensi Saluran Baru	69
4.6.1 Perencanaan Saluran Cabang (Tersier).....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fenomena curah hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi pada suatu wilayah yang sedang memasuki masa musim penghujan merupakan suatu hal yang wajar terjadi, mengingat pada masa tersebut potensi untuk terjadinya hujan memang cukup besar. Rencana pengembangan Kota Medan yang terus berkembang tentu berdampak pada tata air wilayah kota. Di lain pihak wilayah Kota Medan semakin lama penduduknya meningkat dengan pesat, hal tersebut tentunya dapat mempengaruhi kinerja tata kota, dalam hal ini tata saluran air. Secara sistematis dengan bertambahnya kepadatan penduduk, volume air yang melewati saluran air juga meningkat karena adanya daerah resapan air yang berkurang. Namun hal tersebut hanya merupakan salah satu dari banyak hal yang menyebabkan jalan raya terkena genangan air pada waktu hujan datang dengan intensitas yang tinggi.

Seiring dengan tingginya intensitas curah hujan biasanya selalu ada dampak negatif yang timbul. Seperti terjadinya banjir dimana faktor meteorologis dalam hal ini curah hujan diketahui menjadi penyebab utama terutama bila dilihat dari intensitas, durasi serta distribusinya. Khusus untuk kejadian banjir, terjadinya kerusakan lingkungan dan perubahan fisik permukaan tanah juga menjadi faktor penting yang dapat menunjang terjadinya banjir dimana akibat hal tersebut kemampuan dari daya tampung dan daya simpan terhadap air hujan semakin berkurang. Hal seperti ini sering terjadi di sekitar kawasan Jalan Letda Sujono.

Aspek perencanaan sistem drainase perkotaan sangat penting dalam mengatasi permasalahan banjir yang diakibatkan oleh faktor intensitas hujan yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan adanya perencanaan yang baik untuk menanggulangi masalah debit banjir pada kawasan tersebut. Perencanaan tersebut dapat dilakukan dengan menganalisis debit banjir dengan menggunakan analisa hidrologi yang merupakan metode perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data-data curah hujan.

Hal yang paling mempengaruhi perencanaan drainase antara lain adalah besarnya intensitas curah hujan di daerah pengaliran dan bagaimana tata guna lahan di daerah pengaliran tersebut. Jika diketahui intensitas curah hujan besar dan daerah resapannya kecil, maka dimensi drainase direncanakan lebih besar dan demikian juga sebaliknya.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah salah satu upaya untuk merencanakan sistem jaringan drainase di kawasan Jalan Letda Sujono Kecamatan Medan Tembung agar dapat berfungsi dengan baik serta terhindar dari masalah banjir.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan saluran drainase yang sudah ada (eksisting) dalam menampung dan mengalirkan debit limpasan permukaan, melihat kondisi, bentuk, konstruksi dan melihat arah aliran pada saluran di daerah terjadinya genangan banjir di kawasan Jalan Letda Sujono Kecamatan Medan Tembung.

1.3. Permasalahan

Kondisi curah hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi di kawasan Jalan Letda Sujono ini tentunya akan menimbulkan permasalahan genangan air/ banjir

di permukaan jalan. Permasalahan tersebut juga ditambah dengan buruknya keadaan sistem drainase di sekitar kawasan Jalan Letda Sujono Kecamatan Medan Tembung yang kurang berfungsi dengan semestinya. Oleh sebab itu perlu adanya perencanaan yang tepat dalam mengatasi masalah genangan air/ banjir berdasarkan data analisa curah hujan sesuai dengan titik pengamatan penelitian.

1.4. Batasan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini hanya untuk menganalisa intensitas curah hujan maksimum terhadap perencanaan drainase perkotaan pada kawasan Jalan Letda Sujono Kecamatan Medan Tembung agar nantinya dapat diperoleh suatu desain perencanaan yang dapat mengatasi masalah genangan air/ banjir.

1.5. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Data Primer

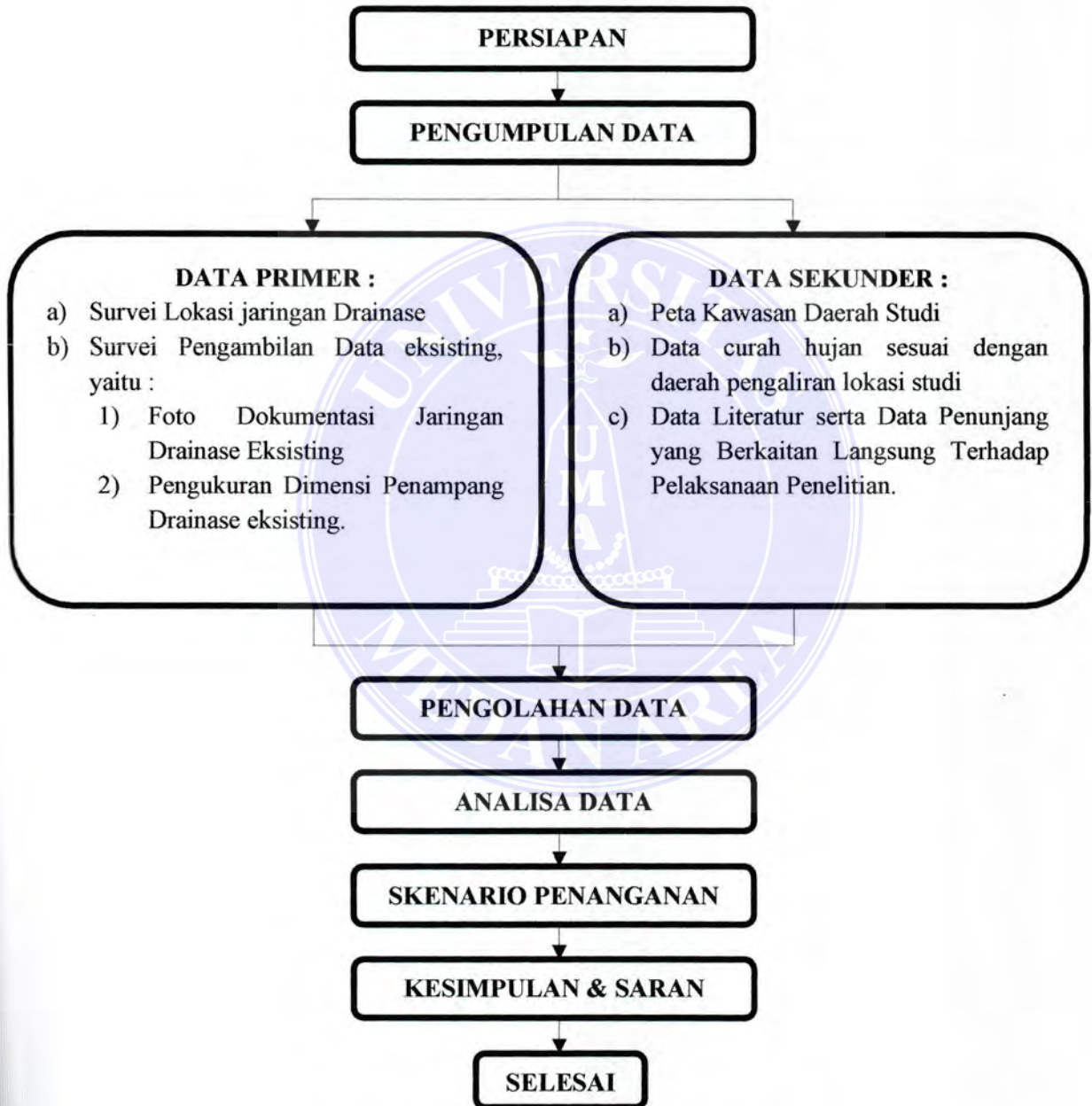
Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara peninjauan langsung di lapangan. Peninjauan dilakukan dengan beberapa pengamatan, diantaranya survei lokasi jaringan drainase, Survei pengambilan data eksisting yang berupa foto dokumentasi jaringan drainase eksisting dan pengukuran dimensi penampang drainase eksisting.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan menghubungi instansi-instansi yang terkait yang berhubungan langsung pada penelitian. Dalam penelitian ini memerlukan beberapa data sekunder, diantaranya peta kawasan

daerah studi, data curah hujan sesuai dengan daerah pengaliran lokasi studi serta data literatur dan data penunjang yang berkaitan langsung terhadap pelaksanaan penelitian.

1.6. Kerangka Penelitian



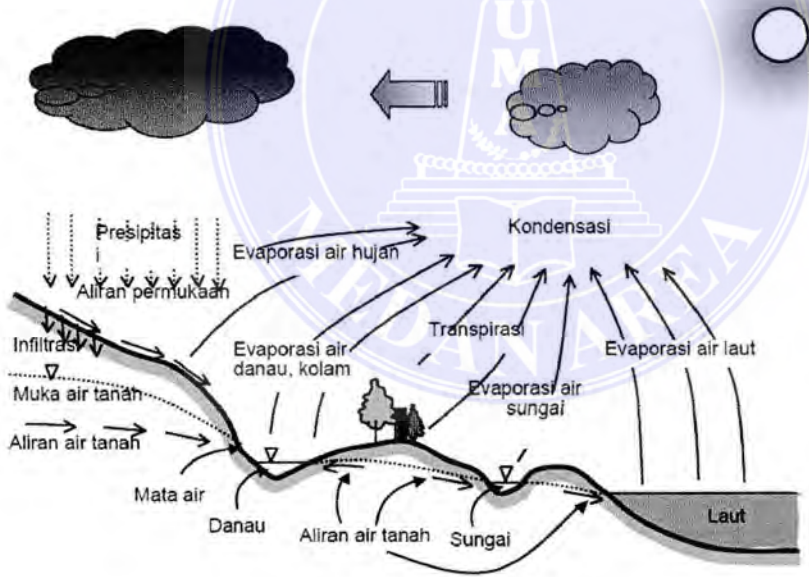
Gambar 1.1 Bagan alir tahapan penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3 – 1,4 milyar km² air : 97,5 % adalah air laut, 1,75 % berbentuk es dan 0,73 % berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001 % berbentuk uap di udara. Air di bumi ini mengulangi terus – menerus sirkulasi – penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (outflow). Gambaran mengenai siklus hidrologi dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi
(Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua

bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh – tumbuhan dimana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.

Sebagian air hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk kedalam tanah (*infiltrasi*). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah – daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Tidak semua butir yang mengalir akan tiba ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian akan menguap dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali segera ke sungai-sungai (*disebut aliran intra = interflow*). Tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*ground water*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah – daerah yang rendah (*disebut ground water runoff = limpasan air tanah*).

Jadi sungai itu mengumpulkan 3 jenis limpasan, yaitu limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*ground water runoff*) yang akhirnya akan mengalir ke laut. Singkatnya ialah : uap dari laut dihembus ke daratan (kecuali bagian yang telah jatuh sebagai presipitasi ke laut), jatuh ke daratan sebagai presipitasi (sebagian jatuh langsung ke sungai – sungai dan mengalir langsung ke laut). Sebagian dari hujan atau salju yang jatuh di daratan menguap dan meningkatkan kadar uap air di daratan. Bagian yang lain mengalir ke sungai dan akhirnya ke laut.

2.2 Hujan

Hujan adalah jatuhnya hidrometeor yang berupa partikel – partikel air dengan diameter 0.5 mm atau lebih. Jika jatuhnya sampai ketanah maka disebut hujan, akan tetapi apabila jatuhnya tidak dapat mencapai tanah karena menguap lagi maka jatuhnya tersebut disebut Virga. Hujan juga dapat didefinisikan dengan uap yang mengondensasi dan jatuh ketanah dalam rangkaian proses hidrologi. Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Untuk dapat terjadinya hujan diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu dan asam belerang. Titik-titik kondensasi ini mempunyai sifat dapat mengambil uap air dari udara. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan millimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan millimeter.

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena berdampak dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman.

Hujan merupakan unsur fisik lingkungan yang paling beragam baik menurut waktu maupun tempat dan hujan juga merupakan faktor penentu serta faktor pembatas bagi kegiatan pertanian secara umum. Oleh karena itu klasifikasi

iklim untuk wilayah Indonesia (Asia Tenggara umumnya) seluruhnya dikembangkan dengan menggunakan curah hujan sebagai kriteria utama. Bayong (2004) mengungkapkan bahwa dengan adanya hubungan sistematis antara unsur iklim dengan pola tanam dunia telah melahirkan pemahaman baru tentang klasifikasi iklim, dimana dengan adanya korelasi antara tanaman dan unsur suhu atau presipitasi menyebabkan indeks suhu atau presipitasi dipakai sebagai kriteria dalam pengklasifikasian iklim.

Analisis dan desain hidrologi tidak hanya memerlukan volume atau ketinggian hujan, tetapi juga distribusi hujan terhadap tempat dan waktu. Distribusi hujan terhadap waktu disebut hitograph. Dengan kata lain, Hitograph adalah grafik intensitas hujan atau ketinggian hujan terhadap waktu. Kejadian hujan dapat dipisahkan menjadi dua grup, yaitu hujan aktual dan hujan rencana. Kejadian hujan aktual adalah rangkaian data pengukuran di stasiun hujan selama periode tertentu. Hujan rencana adalah hitograph hujan yang mempunyai karakteristik terpilih. Hujan rencana bukan kejadian hujan yang diukur secara aktual dan kenyataannya, hujan yang identik dengan hujan rencana tidak pernah dan tidak akan pernah terjadi. Namun demikian, kebanyakan hujan rencana mempunyai karakteristik yang secara umum sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu. Dengan demikian, menggambarkan karakteristik umum kejadian hujan yang diharapkan terjadi pada masa mendatang.

Karakteristik hujan yang perlu ditinjau dalam analisis dan perencanaan hidrologi meliputi :

- a) Intensitas I, adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam, atau mm/hari.

- b) Lama waktu (durasi) t , adalah panjang waktu dimana hujan turun dalam menit atau jam.
- c) Tinggi hujan d , adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan dan, dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.
- d) Frekuensi adalah frekuensi kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang (*return period*) T , misalnya sekali dalam 2 tahun.
- e) Luas adalah luas geografis daerah sebaran hujan.

Secara kualitatif, intensitas curah hujan disebut juga derajat curah hujan, sebagaimana diperlihatkan pada lampiran-1 (Table 2.1).

2.3 Analisis Curah Hujan

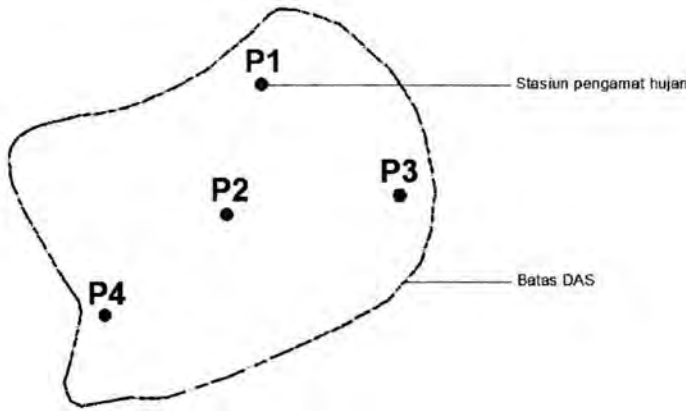
2.3.1 Curah Hujan Wilayah/ Daerah (*Regional Distribution*)

Dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan pada wilayah atau areal yang diamati. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 10 tahun, dari Januari 2004 hingga Desember 2013 yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Sampali Kota Medan yang berdekatan dengan lokasi pengamatan.

Ada tiga metode yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata daerah, yaitu :

- 1) Metode rata – rata Aljabar,
- 2) Metode Poligon Thiessen, dan
- 3) Metode Isohiet.

1. Metode rata – rata Aljabar



Gambar 2.2 Metode rata – rata Aljabar
 (Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata/ hampir merata, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan berikut,

$$\bar{P} = \frac{1}{n} (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \dots\dots\dots (2.1)$$

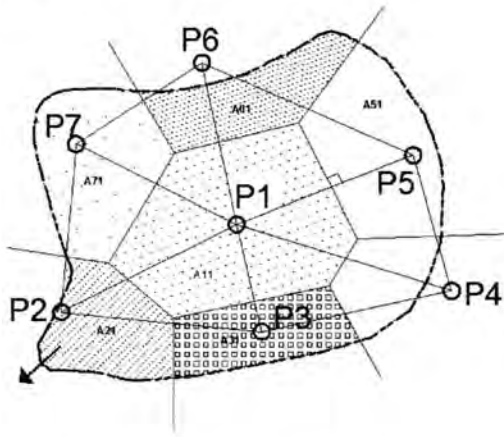
di mana,

\bar{P} = Curah hujan rata – rata daerah (mm)

n = Jumlah pos penakar hujan

P_1, P_2, \dots, P_n = Curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan (mm).

2. Metode Poligon Thiessen



Gambar 2.3 Metode Poligon Thiessen
(Sumber: Dr. Ir. Suripin, M. Eng, 2004)

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata – rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidak seragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis – garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat (Gambar 2.3). Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos satu dengan yang lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 – 5.000 km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS. Antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung.
- b) Tarik garis tegak lurus ditengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen (Gambar

2.4). Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

dengan pos penakar yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.

- c) Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS, A , dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon.
- d) Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

di mana,

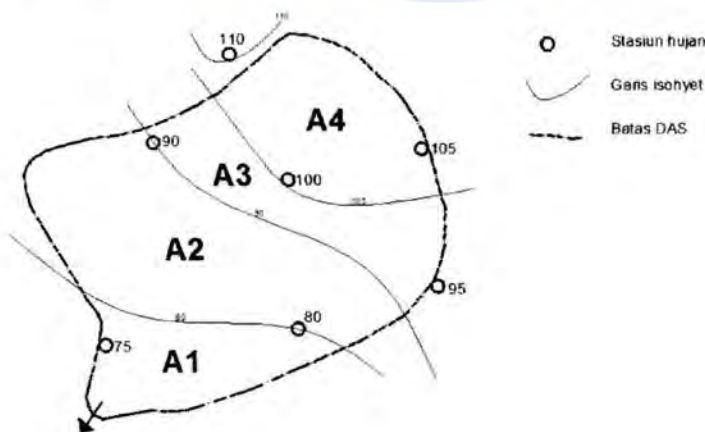
\bar{P} = Curah hujan maksimum rata – rata (mm)

n = Jumlah pos penakar hujan

P_1, P_2, \dots, P_n = Curah hujan yang tercatat pada pos 1,2,...,n (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah pada poligon 1,2,...,n (km^2).

3. Metode Isohiet



Gambar 2.4 Metode Isohiet
(Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Dengan kata lain, asumsi metode Thiessen yang secara membabi buta menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi.

Metode Isohiet terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut :

- Plot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta.
- Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interfal Isohiet yang umum dipakai adalah 10 mm.
- Hitung luas area antara dua garis Isohiet dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua Isohiet yang berdekatan.

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut :

$$\bar{P} = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left(\frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Atau

$$\bar{P} = \frac{\sum \left[A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right]}{\sum A} \dots \dots \dots (2.4)$$

di mana,

\bar{P} = Curah hujan rata – rata (mm)

P_1, P_2, \dots, P_n = Curah hujan yang tercatat pada pos 1,2,...,n (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas bagian yang dibatasi oleh garis Isohiet (km²).

Metode Isohiet cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5.000 km².

2.4 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Cara memperkirakan untuk mendapatkan frekuensi kejadian curah hujan dengan intensitas tertentu yang digunakan dalam perhitungan pengendalian banjir, rancangan drainase dan lain – lain adalah hanya dengan menggunakan data pengamatan yang lalu. Jika data pada sebuah pengamatan itu lebih dari 20 tahun, maka frekuensi atau perkiraan data hidrologi itu dapat diperoleh dengan cara perhitungan kemungkinan.

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Misalnya, hujan dengan kala ulang 10 tahunan, tidak berarti akan terjadi sekali setiap 10 tahun akan tetapi ada kemungkinan dalam jangka 1000 tahun akan terjadi 100 kali kejadian hujan 10 tahunan. Ada kemungkinan selama kurun waktu 10 tahun terjadi hujan 10 tahunan lebih dari satu kali, atau sebaliknya tidak terjadi sama sekali. Secara sistematis metode analisis frekuensi untuk perhitungan hujan rencana dapat dilakukan secara berurutan sebagai berikut :

- a) Parameter statistik
- b) Pemilihan jenis metode untuk menentukan hujan rata – rata daerah
- c) Pemilihan jenis sebaran (distribusi)
- d) Penggambaran data curah hujan ke kertas probabilitas

2.4.1 Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata – rata (\bar{X}), deviasi standar (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs), dan koefisien Kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut :

$$\bar{X} = \sum \frac{Rx}{n} ; Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i) - \bar{X}\}^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i) - \bar{X}\}^4}{Sd^4} \dots\dots\dots (2.8)$$

di mana,

\bar{X} = Tinggi hujan maksimum harian rata – rata selama n tahun (mm)

$\sum X$ = Jumlah tinggi hujan harian maksimum selama n tahun (mm)

X_i = Besarnya curah hujan daerah (mm)

n = Jumlah n tahun pencatatan data hujan

Sd = Deviasi standar

Cv = Koefisien variasi

Cs = Koefisien kemiringan (*Skewness*)

Ck = Koefisien Kurtosis.

Lima parameter statistik diatas akan menentukan jenis metode yang akan digunakan dalam analisis frekuensi.

2.4.2 Pemilihan Jenis Metode Untuk Menentukan Hujan Rata – rata

Daerah

Lepas dari kelebihan dan kelemahan ketiga metode yang tersebut diatas, pemilihan metode mana yang cocok dipakai pada suatu DAS dapat ditentukan dengan mempertimbangkan tiga faktor berikut :

a) Jaring-jaring pos penakar hujan

Jumlah pos penakar hujan cukup	Metode Isohiet, Thiessen atau rata-rata aljabar dapat dipakai
Jumlah pos penakar hujan terbatas	Metode rata-rata Aljabar atau Thiessen
Pos penakar hujan tunggal	Metode hujan titik

b) Luas DAS

DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$)	Metode Isohiet
DAS sedang ($500-5000 \text{ km}^2$)	Metode Thiessen
DAS kecil ($< 500 \text{ km}^2$)	Metode rata-rata Aljabar

c) Topografi DAS

Pegunungan	Metode rata-rata Aljabar
Dataran	Metode Thiessen
Berbukit dan tidak beraturan	Metode Isohiet

2.4.3 Analisis Jenis Sebaran (Distribusi)

Penentuan jenis distribusi yang dapat digunakan untuk analisis frekuensi dapat dilakukan dengan 3 jenis sebaran (distribusi) yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu :

- 1) Distribusi Log Normal
- 2) Distribusi Log Pearson – Tipe III, dan
- 3) Distribusi Gumbel.

1. Distribusi Log Normal

Metode distribusi Log Normal apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan

sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soemarno, 1995)

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot Sd \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

di mana,

X_T = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode ulang T – tahun (mm)

\bar{X} = Curah hujan rata – rata (mm)

Sd = Deviasi standar nilai variat

K_T = Standar variable untuk periode ulang T tahun yang besarnya diberikan seperti ditunjukkan pada lampiran-I Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

2. Distribusi Log Pearson – Tipe III

Metode distribusi Log Pearson – Tipe III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot Sd_{LogX} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

di mana,

X_T = Nilai logaritmik dari X atau $LogX$

\bar{X} = Curah hujan (mm)

Sd $LogX$ = Deviasi standar nilai $LogX$

K_T = Karakteristik distribusi peluang Log Pearson berdasarkan (Cs) T tahun – Tipe III, (lihat Lampiran-3 Tabel 2.4).

Langkah – langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a) Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $log(X_1), log(X_2), log(X_3), \dots, log(X_n)$.

b) Menghitung harga rata – ratanya dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}(X_i)}{n} \dots\dots\dots (2.11)$$

di mana,

$\text{Log}\bar{X}$ = Harga rata – rata logaritmik

n = Jumlah data

X_i = Nilai curah hujan tiap – tiap tahun (mm).

c) Menghitung harga deviasi standarnya dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Sd}_{\text{Log}\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) \text{Log}\bar{X}\}^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.12)$$

di mana,

$\text{Sd Log}\bar{X}$ = Deviasi standar

$\text{Log}\bar{X}$ = Harga rata – rata logaritmik

n = Jumlah data

X_i = Nilai curah hujan tiap – tiap tahun (mm).

d) Menghitung koefisien Skewness (Cs) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) \text{Log}\bar{X}\}^3}{(n-1)(n-2) \text{S}_{d\text{Log}\bar{X}}^3} \dots\dots\dots (2.13)$$

di mana,

C_s = Koefisien Skewness

$\text{Log}\bar{X}$ = Harga rata – rata logaritmik

n = Jumlah data

X_i = Nilai curah hujan tiap – tiap tahun (mm).

- e) Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log}\bar{X} + G \cdot \text{Sd}_{\text{Log}X} \dots\dots\dots (2.14)$$

di mana,

- X_T = Curah hujan rencana periode ulang T tahun (mm)
- $\text{Log}\bar{X}$ = Harga rata – rata logaritmik
- G = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai Cs yang didapat, seperti ditunjukkan pada lampiran-3 Tabel 2.4
- $\text{Sd } \text{Log}\bar{X}$ = Deviasi standar nilai $\text{Log}X$.

- f) Menghitung koefisien Kurtosis (C_k) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log X}\}^4}{(n-1)(n-2)(n-3)\text{Sd}_{\text{Log}X}^4} \dots\dots\dots (2.15)$$

di mana,

- C_k = Koefisien Kurtosis
- $\text{Log}\bar{X}$ = Harga rata – rata logaritmik
- n = Jumlah data
- $\text{Sd } \text{Log}\bar{X}$ = Deviasi standar nilai $\text{Log}X$.

- g) Menghitung koefisien variasi (C_v) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_v = \frac{\text{Sd}_{\text{Log}X}}{\overline{\log X}} \dots\dots\dots (2.16)$$

di mana,

- C_v = Koefisien Variasi
- $\overline{\log X}$ = Harga rata – rata logaritmik

$Sd \text{ Log}\bar{X}$ = Deviasi standar.

3. Distribusi Gumbel

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi Gumbel digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (Suemarto, 1999):

$$X_T = \bar{X} + \frac{S_d}{S_n} (Y_T - Y_n) \dots\dots\dots (2.17)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.18)$$

Hubungan antara periode ulang T dengan Y_T dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Untuk $T \geq 20$, maka $Y = \ln T$

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right] \dots\dots\dots (2.19)$$

di mana,

X_T = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun (mm)

\bar{X} = Nilai rata – rata hujan (mm)

Sd = Deviasi standar

Y_T = Nilai reduksi variat (*reduced variete*) dari variable yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun, seperti ditunjukkan pada lampiran Tabel 2.7

Y_n = Nilai rata – rata dari reduksi variat (*reduce mean*) nilainya tergantung dari jumlah data (n), seperti ditunjukkan pada lampiran-5 Tabel 2.5

S_n = Deviasi standar dari reduksi variant (*reduced standard variation*) nilai -

nya tergantung dari jumlah data (n), seperti ditunjukkan pada lampiran-5 Tabel 2.6.

2.4.4 Uji Keselarasan Distribusi

Untuk menjamin bahwa pendekatan empiris benar – benar bisa diwakili oleh kurva teoritis, perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi, yang biasa dikenal sebagai *testing of goodness of fit*. Ada dua jenis uji keselarasan yaitu, uji keselarasan *Chi Square* dan *Smirnov Kolmogorof*. Pada tes ini biasanya yang diamati adalah hasil tes yang diharapkan.

1. Uji Keselarasan Chi – Kuadrat

Prinsip pengujian dengan metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut, atau dengan membandingkan nilai Chi Kuadrat kritis (X^2_{cr}). Uji keselarasan Chi Kuadrat menggunakan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.20)$$

di mana,

X^2 = Harga Chi Kuadrat terhitung

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke – i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke – i

n = Jumlah data.

Suatu distribusi dikatakan selaras jika nilai X^2 hitung $< X^2$ kritis. Nilai X^2 kritis dapat di lihat pada lampiran Tabel 2.8. Dari hasil pengamatan yang dapat dicari penyimpangannya dengan Chi Kuadrat kritis paling kecil. Untuk suatu nilai

nyata tertentu (*level of significant*) yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan ini secara umum dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$Dk = K - (P+1) \dots\dots\dots (2.21)$$

di mana,

Dk = Derajat kebebasan

P = Nilai untuk distribusi Metode Gumbel, $P = 1$.

Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut :

- a) Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- b) Apabila peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- c) Apabila peluang lebih kecil dari 1% - 5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, perlu penambahan data.

2. Uji Keselarasan Smirnov – Kolmogorof

Uji keselarasan Smirnov – Kolmogorof, sering juga disebut uji keselarasan non parametik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut.

Rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{P_{\max}}{P_x} - \frac{P(x_i)}{\Delta_{Cr}} \dots\dots\dots (2.22)$$

- a) Urutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan besarnya nilai masing – masing peluang dari hasil penggambaran grafis data (persamaan distribusinya) :

$$X_1 \rightarrow P' (X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P' (X_2)$$

$$X_m \rightarrow P'(X_2)$$

$$X_n \rightarrow P'(X_2)$$

- b) Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov – Kolmogorof test*) tentukan harga D_0 seperti ditunjukkan pada lampiran-9 Tabel 2.9.

2.5 Analisis Debit Banjir Rencana

2.5.1 Metode Rasional

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat simple dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS – DAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha. Karena model ini merupakan model kotak hitam, maka tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Persamaan matematik metode Rasional dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut :

$$Q_p = 0,002778 C.I.A \dots\dots\dots (2.23)$$

di mana,

Q_p = Laju aliran permukaan (debit) puncak ($m^3/$ detik)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas hujan (mm/ jam)

A = Luas DAS dalam hektar.

a. Koefisien Limpasan [C]

Koefisien ditetapkan sebagai rasio kecepatan maksimum pada aliran air pada daerah tangkapan hujan. Koefisien ini merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi.

Nilai C tergantung pada beberapa karakteristik dari daerah tangkapan hujan, yang termasuk di dalamnya :

- 1) Relief atau kelandaian daerah tangkapan air hujan
- 2) Karakteristik daerah, seperti perlindungan vegetasi, tipe tanah, dan daerah kedap air
- 3) Storage atau karakteristik detention lainnya.

Besarnya aliran permukaan dapat menjadi kecil, terlebih bila curah hujan tidak melebihi kapasitas *infiltrasi*. Selama hujan yang terjadi adalah kecil atau sedang, aliran permukaan hanya terjadi di daerah yang *impermeable* dan jenuh di dalam suatu DAS atau langsung jatuh di atas permukaan air. Apabila curah hujan yang jatuh jumlahnya lebih besar dari jumlah air yang dibutuhkan untuk *evaporasi*, *intersepsi*, dan *infiltrasi*, simpanan depresi dan cadangan depresi, maka barulah bisa terjadi aliran permukaan. Apabila hujan yang terjadi kecil, maka hampir semua curah hujan yang jatuh terintersepsi oleh vegetasi yang lebat.

Pada daerah dimana penggunaan lahan berubah – ubah, nilai dari koefisien limpasan yang digunakan harus mempertimbangkan pembangunan di daerah hulu, untuk daerah tangkapan air dimasa yang akan datang. Hal ini sangat relevan pada situasi dimana daerah tangkapan air di pedesaan mungkin berkembang sebagian atau seluruhnya menjadi daerah tangkapan hujan perkotaan selama dilakukannya perencanaan pelayanan kesejahteraan hidup.

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menampilkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan itu merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi

fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 – 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C = 1 menunjukkan bahwa air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Pada DAS yang baik harga C mendekati nol dan semakin rusak suatu DAS maka harga C semakin mendekati satu.

Nilai koefisien limpasan berdasarkan fungsi lahan menurut metode rasional disajikan pada lampiran-10 Tabel 2.10.

Koefisien pengaliran (C) tergantung dari beberapa faktor antara lain, jenis tanah, kemiringan, luas dan bentuk pengaliran sungai. Sedangkan besarnya nilai koefisien pengaliran dapat dilihat pada lampiran-12 Tabel 2.11.

Suripin (2004), menyatakan bahwa jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(2.30)$$

di mana,

A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah i

C_i = Koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i

n = Jumlah jenis penutup lahan.

b. Intensitas Curah Hujan [I]

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau.

1) Menurut Dr. Mononobe

Rumus yang dipakai ialah :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t_c} \right]^n \dots\dots\dots (2.24)$$

di mana,

I = Intensitas curah hujan (mm/ jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

t = Lama curah hujan atau waktu konsentrasi hujan (jam)

n = Tetapan (untuk Indonesia) diperkirakan n = 2/3.

2) Menurut Talbot

Rumus yang dipakai ialah :

$$I = \frac{a}{(t+b)} \dots\dots\dots (2.25)$$

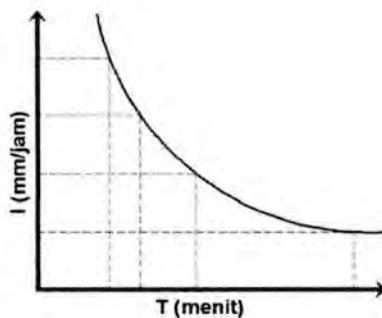
di mana,

I = Intensitas curah hujan (mm/ jam)

n = Banyaknya pasangan data i dan t

t = Lama curah hujan atau waktu konsentrasi hujan (jam)

a,b = Konstanta yang tergantung pada lama curah hujan yang terjadi di daerah aliran.



Gambar 2.5 Kurva Intensitas Hujan
(Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

c. Waktu Konsentrasi [t_c]

Waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir merupakan elemen yang penting dalam penentuan debit banjir. Terutama dalam penggunaan rumus rasional, perhitungan debit banjir itu dengan asumsi bahwa debit maksimum itu terjadi bilamana curah hujan pada titik terjauh dari daerah pengaliran telah tiba. Jadi perkiraan waktu tiba dari banjir mempunyai pengaruh besar pada perkiraan debit banjir.

Perkiraan waktu konsentrasi dapat digunakan rumus sebagai berikut :

- a. Rumus yang digunakan di distrik Bayern di Jerman :

$$t_c = \frac{L}{W} \dots\dots\dots (2.26)$$

dengan W :

$$W_1 = 72 (H/L)^{0,6} \text{ km/ jam} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$W_2 = 20 (h/1)^{0,6} \text{ m/ detik} \dots\dots\dots (2.28)$$

di mana,

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

W = Kecepatan tiba dari banjir

L, l = Panjang sungai, yakni panjang horizontal dari titik teratas dimana lembah sungai terbentuk sampai ke titik perkiraan waktu tiba dari banjir

H,h = Selisih elevasi titik – titik tersebut di atas.

- b. Rumus Kirpich :

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77} \dots\dots\dots (2.29)$$

di mana,

- t = Waktu konsentrasi banjir (menit)
- L = Panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran
sampai tempat pengamatan banjirnya, diukur menurut
jalannya sungai (m)
- H = Selisih ketinggian antara tempat terjauh dan tempat –
pengamatan
- S = Perbandingan dari selisih tinggi antara tempat terjauh –
tadi dan tempat pengamatan terhadap L, yaitu H/L .

2.5.2 Metode Empiris

Jika tidak terdapat data hidrologi yang cukup, maka perkiraan debit banjir dihitung dengan menggunakan rumus – rumus empiris yang telah banyak dikemukakan. Hampir semua rumus jenis ini adalah jenis yang menyatakan korelasi dengan satu atau dua variabel yang sangat berhubungan dengan debit banjir. Karakteristik yang tidak diketahui dari debit banjir yang diperkirakan dengan rumus jenis ini ialah frekuensi rata – rata. Mengingat ada kira – kira 15 sampai 20 variabel yang mempengaruhi debit banjir pada suatu frekuensi tertentu, maka perkiraan debit banjir yang hanya mengkorelasikannya dengan satu atau dua variabel sudah tentu tidak mungkin diperoleh hasil yang dipercaya. Penggunaan rumus ini harus dilakukan dalam pembatasan – pembatasan yang telah ditentukan. Kesalahan debit banjir yang diperoleh biasanya berkisar antara 20% sampai 30%, dan dalam keadaan ekstrim dapat mencapai beberapa ratus persen.

Bentuk rumus – rumus ini ditentukan oleh angka – angka karakteristik curah hujan, daerah aliran dan oleh tetapan – tetapan yang diperkirakan cocok

untuk daerah pengaliran tersebut. Rumus – rumus debit banjir itu mempunyai bentuk sebagai berikut :

$$\left. \begin{array}{l} Q = KA^n \\ \text{atau,} \\ Q = \frac{a}{b + A^n} + c \end{array} \right\} \dots\dots\dots (2.31)$$

di mana,

Q = Debit banjir maksimum (m³/det)

K = Koefisien mengenai karakteristik curah hujan dan daerah aliran.

n = Tetapan yang kurang dari 1

a,b,c = Tetapan – tetapan.

2.6 Tinjauan Hidrolika

Hidrolika adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat – sifat zat cair. Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas alur sungai dan saluran pada kondisi sekarang terhadap banjir rencana, yang selanjutnya digunakan untuk mendesain alur sungai dan saluran.

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran pada saluran terbuka (*open channel flow*) maupun pada saluran tertutup (*pipe channel flow*). Pada saluran tertutup dapat dengan saluran penuh dengan air (bertekanan) dan saluran tidak penuh dengan air (tidak bertekanan).

2.6.1 Aliran Air pada Saluran Terbuka

1. Aliran Lunak (*Steady Flow*)

Aliran lunak adalah aliran yang mempunyai kedalaman tetap untuk waktu tertentu.

Aliran lunak diklasifikasikan menjadi :

- a) Aliran seragam, tinggi muka air sama pada setiap penampang
 - b) Aliran berubah, kedalaman air berubah di sepanjang saluran
 - c) Aliran Lunak (*Steady Flow*).
2. Aliran tidak lunak (*Unsteady Flow*)

Aliran ini mempunyai kedalaman aliran yang berubah tidak sesuai dengan waktu. Contohnya adalah banjir.

2.6.2 Aliran Air pada Pipa

Aliran air dalam pipa dapat merupakan aliran yang bertekanan, air penuh mengisi pipa, dapat pula aliran yang tidak bertekanan, air tidak mengisi penuh pipa. Seperti halnya gorong – gorong dapat direncanakan muka air memenuhi sisi atas saluran, merupakan saluran yang bertekanan, tidak terdapat muka air bebas, pipa penuh terisi air. Tekanan air dalam pipa ditentukan oleh muka air di kedua ujung pipa. Dapat pula muka air tidak sampai sisi atas saluran yang merupakan saluran tidak bertekanan.

Untuk pipa drainase pada saluran drainase bawah muka tanah, ketinggian rencana muka air pada pipa drainase direncanakan lebih kecil dari diameter pipa drainase, diatas muka air rencana terdapat lobang – lobang dengan diameter sekitar 0,50 sampai 1,00 cm, untuk masuknya/ mengalirnya air yang berada didalam tanah kedalam pipa drainase.

2.6.3 Sifat – sifat Aliran

Pada saluran terbuka, aliran yang terjadi pada pada saluran adalah sebagai berikut :

1. Aliran Laminer

Gaya kekentalan (*viscosity*) relative sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia, sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap perilaku aliran. Butir – butir air bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur atau lurus. Aliran ini ditandai dengan tidak terjadinya olakan pada muka air.

2. Aliran Turbulen

Gaya kekentalan (*viscosity*) relative lemah dibandingkan dengan gaya inersia. Butir – butir air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar dan tidak tetap. Aliran ini ditandai dengan terjadinya olakan pada muka air.

2.6.4 Rumus – rumus Aliran Air

Penampang saluran terbuka, pada drainase muka tanah, umumnya berbentuk tampang segitiga, empat persegi panjang, trapesium dan setengah lingkaran. Penampang saluran pada drainase bawah muka tanah umumnya berbentuk lingkaran, terdiri dari bahan tanah liat, buis beton atau dengan paralon. Sedangkan pengembangan dari pipa drainase ini digunakan material geotekstil, berpenampang empat persigi panjang, sisi dalam bersifat keras dan kaku (*woven*) yang dibungkus dengan bahan non woven, seperti kawat/ kain nyamuk dengan lobang lebih kecil, sehingga air dapat masuk ke saluran tanpa membawa butiran tanah.

1. Luas Desain Saluran

Tinggi muka air pada saluran (h) dan lebar saluran (b), merupakan parameter untuk menentukan luas basah saluran (F_s). Luas basah/ desain saluran (F_s) dianalisis berdasarkan debit hujan (Q) yang nota bene menjadi debit saluran dan kecepatan aliran air pada saluran (v) :

$$Q = F_s \cdot v \dots\dots\dots(2.32)$$

Atau,

$$F_s = \frac{Q}{v} \dots\dots\dots(2.33)$$

di mana,

Q = Debit hujan (m^3/det)

F_s = Luas penampang basah (m^2)

v = Kecepatan aliran air pada saluran (m/det)

2. Kecepatan Aliran Air

Kecepatan Aliran air pada saluran, ditentukan berdasarkan :

- Tabel kemiringan saluran dan kecepatan aliran yang terdapat pada lampiran Tabel 2.12
- Berdasarkan formula Manning dan Chezy

Formula Manning :

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.34)$$

di mana,

v = Kecepatan aliran air pada saluran (m/det)

n = Koefisien kekerasan dinding (lihat lampiran-14

Tabel2.15)

R = Radius hidraulik = F_s / P_s

S = Kemiringan saluran drainase (lihat lampiran-12

Tabel2.12)

Formula Chezy :

$$v = C \sqrt{R \cdot S} \dots\dots\dots(2.35)$$

Koefisien Chezy :

$$C = \frac{(100\sqrt{R})}{(0,35 + \sqrt{R})} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$v = \frac{100 \cdot R \cdot S^{1/2}}{0,35 + R^{1/2}} \dots\dots\dots (2.37)$$

di mana,

v = Kecepatan aliran air pada saluran (m/det)

R = Radius hidraulik = F_s / P_s

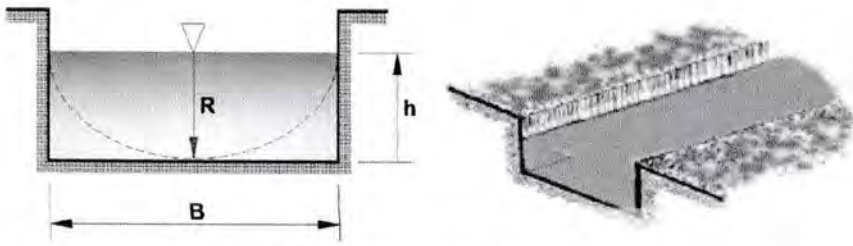
S = Kemiringan saluran drainase (lihat lampiran-12
Tabel 2.12)

Untuk menentukan besarnya kecepatan aliran ijin pada bahan dinding dan dasar saluran serta derajat kemiringan dinding saluran dapat dilihat pada lampiran Tabel 2.13 dan Tabel 2.14.

2.6.5 Analisis Dimensi Saluran

Debit aliran saluran yang sama dengan debit akibat hujan, harus dialirkan pada saluran bentuk empat persegi panjang, Bentuk Segitiga, bentuk trapesium dan bentuk setengah lingkaran untuk drainase muka tanah (*surface drainage*). Analisis dimensi saluran memiliki elemen geometri yang nantinya akan diperlukan dalam perhitungan kecepatan aliran dengan menggunakan rumus Manning atau Bazin, yaitu luas penampang (A), lebar puncak (T), keliling basah (P), jari – jari hidrolis (R) dan kedalaman hodrolis (D).

a. Penampang Berbentuk Empat Persegi Panjang yang Ekonomis



Gambar 2.6 Penampang Berbentuk Persegi
(Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

$$A = B \cdot h \dots\dots\dots(2.38)$$

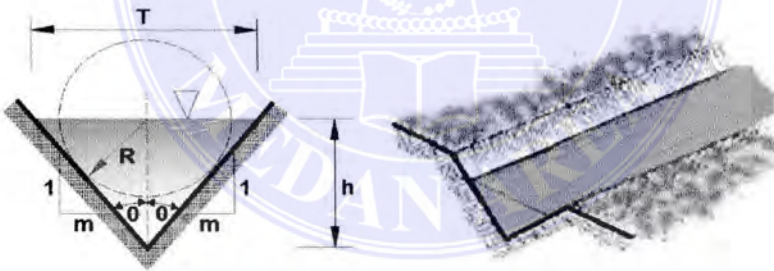
$$P = B + 2h \dots\dots\dots(2.39)$$

$$R = \frac{Bh}{B + 2h} \dots\dots\dots(2.40)$$

$$T = B \dots\dots\dots(2.41)$$

$$D = h \dots\dots\dots(2.42)$$

b. Penampang Berbentuk Segitiga yang Ekonomis



Gambar 2.7 Penampang Berbentuk Segitiga
(Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

$$A = m \cdot h^2 \dots\dots\dots(2.43)$$

$$P = 2h \sqrt{1+m^2} \dots\dots\dots(2.44)$$

$$R = \frac{mh}{2\sqrt{1+m^2}} \dots\dots\dots(2.45)$$

$$T = 2 mh \dots\dots\dots(2.46)$$

$$D = 1/2h \dots\dots\dots(2.47)$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

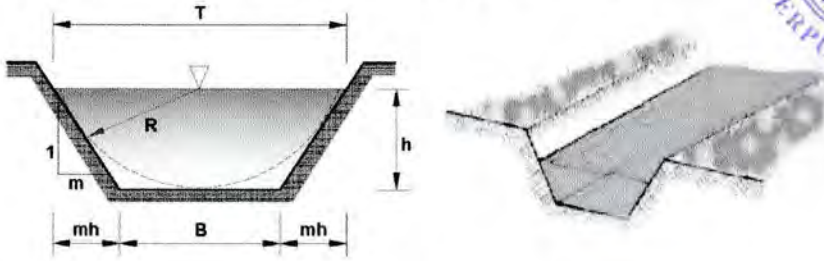
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23



c. Penampang Berbentuk Trapesium yang Ekonomis



Gambar 2.8 Penampang Berbentuk Trapesium
(Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

$$A = (B+mh)h \dots\dots\dots(2.48)$$

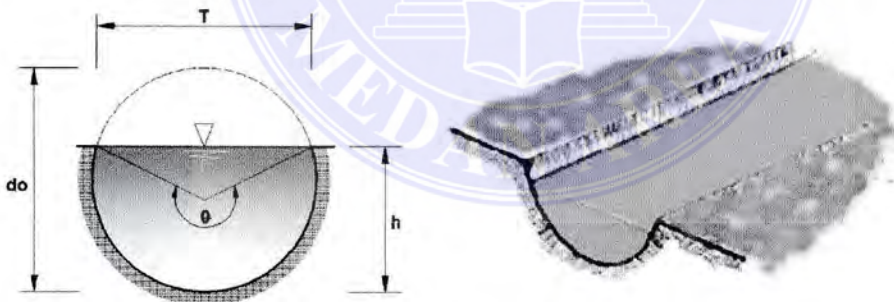
$$P = B+2h \sqrt{1+m^2} \dots\dots\dots(2.49)$$

$$R = \frac{(B+mh)h}{B+2h\sqrt{1+m^2}} \dots\dots\dots(2.50)$$

$$T = B+2mh \dots\dots\dots(2.51)$$

$$D = \frac{(B+mh)h}{B+2mh} \dots\dots\dots(2.52)$$

d. Penampang Berbentuk Setengah Lingkaran yang Ekonomis



Gambar 2.9 Penampang Berbentuk Setengah Lingkaran
(Sumber: Dr. Ir.Suripin, M. Eng, 2004)

$$A = 1/2(\theta-\sin\theta) Do^2 \dots\dots\dots(2.53)$$

$$P = \frac{1}{2} \theta Do \dots\dots\dots(2.54)$$

$$R = 1/4 \left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta}\right) Do \dots\dots\dots(2.55)$$

$$T = \left(\sin \frac{1}{2} \theta \right) D_o \dots\dots\dots(2.56)$$

$$D = 1/8 \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\sin 1/2 \theta} \right) D_o \dots\dots\dots(2.57)$$



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Kota Medan

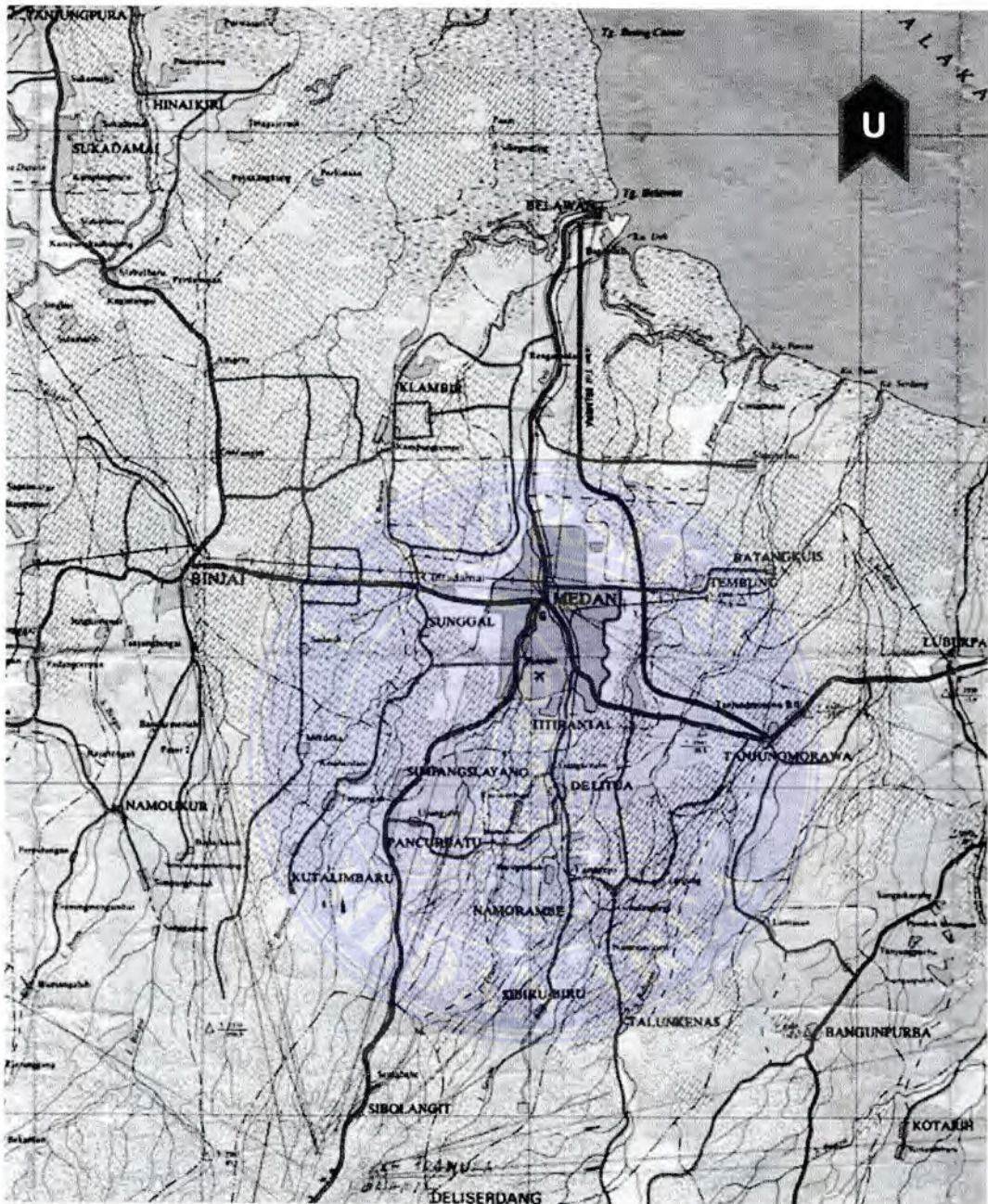
3.1.1 Letak Geografis

Secara geografis, wilayah Kota Medan berada antara 3°30' – 3°43' LU dan 98°35' – 98°44' BT dengan luas wilayah 265,10 Km² dengan batas – batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kabupaten Deli Serdang dan Selat Malaka
- Sebelah Selatan : Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Timur : Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Barat : Kabupaten Deli Serdang

Kota Medan Mempunyai iklim tropis dengan suhu minimum menurut stasiun Polonia pada tahun 2014 berkisar antara 23,2°C – 24,3°C dan suhu maksimum berkisar antara 30,8°C – 33,2°C serta menurut stasiun Sampali suhu minimumnya berkisar antara 23,3°C – 24,1°C dan suhu maksimum berkisar antara 31,0°C – 33,1°C. Kelembaban udara di wilayah Kota Medan rata – rata berkisar antara 84 – 85%. Kecepatan angin rata – rata sebesar 0m48 m/sec, sedangkan rata – rata total laju penguapan tiap bulannya 104,3 mm. Hari hujan di Kota Medan Pada Tahun 2014 rata – rata per bulan 19 hari dengan rata – rata curah hujan perbulannya 226,0 mm (menurut stasiun Sampali) dan 299,5 mm pada stasiun Polonia.

3.1.2 Topografis



Gambar 3.1 Peta Topografi Kota Medan
(Sumber: Kantor Badan Pertanahan Nasional (BPN) Kota Medan, 2014)

Topografi Kota Medan cenderung miring ke Utara dan berada pada ketinggian 2,5 – 37,5 meter diatas permukaan laut.

3.2. Lokasi Penelitian

3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Jalan Letda Sujono termasuk dalam wilayah Kelurahan Tembung yang terletak di Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Kecamatan Medan Tembung Memiliki luas wilyah 4,09 Km² dengan jumlah penduduk 134.763 jiwa. Untuk lebih jelasnya, data keadaan wilayah dan kependudukan Kecamatan Medan Tembung dapat dilihat pada lampiran-15 Tabel 3.1.

Adapun batas – batas wilayah Kecamatan Medan Tembung adalah sebagai berikut

- Sebelah Utara : Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Seletan : Kecamatan Medan Denai
- Sebelah Timur : Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Barat : Kecamatan Medan Perjuangan



Gambar 3.2 Peta Lokasi Studi

(Sumber: <https://sigi.pu.go.id/devwebgissda.com>, 2014)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

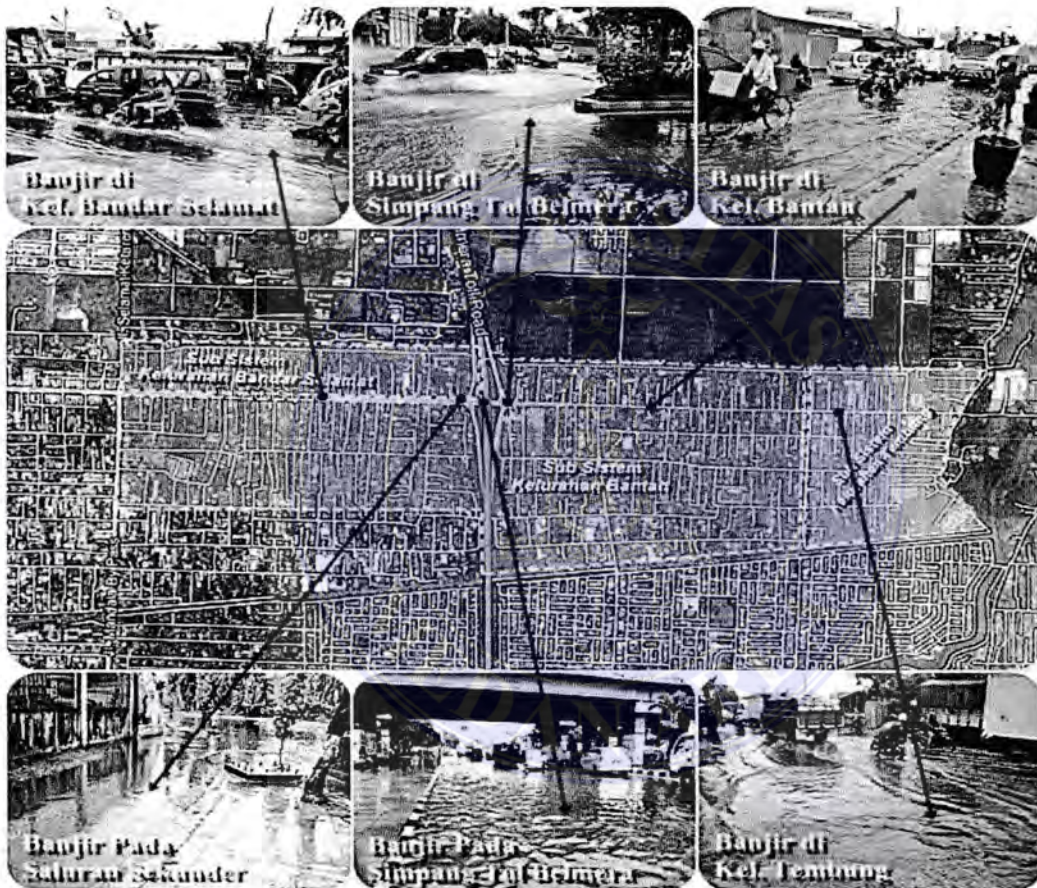
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

3.2.2 Keadaan Sistem drainase

Berdasarkan studi lokasi penelitian, sistem drainase yang akan ditinjau dibagi menjadi 3 (tiga) sub sistem wilayah yang saling berbatasan, yaitu :

- a) Sub sistem wilayah Kelurahan Bandar Selamat
- b) Sub sistem wilayah Kelurahan Bantan
- c) Sub sistem wilayah Kelurahan Tembung.



Gambar 3.3 Keadaan Sistem Darainase
(Sumber: Hasil Survei, 2014)

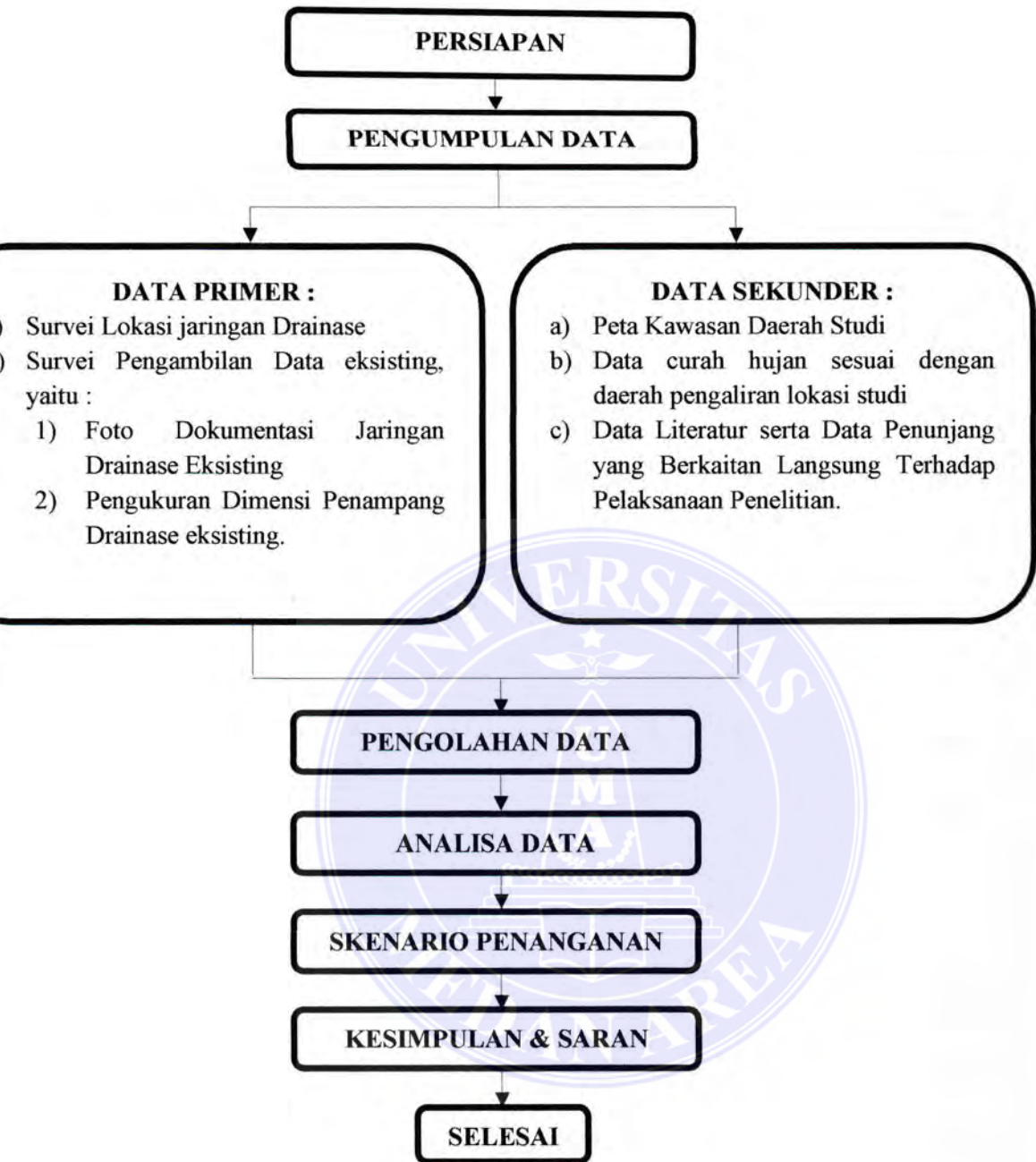
3.3 Bagan Alir Tahapan Penelitian

Sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini serta pertimbangan batasan dan ruang lingkup penelitian, maka rencana pelaksanaan penelitian akan mengikuti tahapan – tahapan seperti yang tertera pada bagan alir pada gambar 3.4 berikut ini.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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



Gambar 3.4 Bagan alir tahapan penelitian

3.3.1 Tahapan Persiapan

Dalam tahapan persiapan ini disusun hal – hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Dalam tahapan persiapan ini meliputi kegiatan menentukan kebutuhan data, studi pustaka terhadap landasan teori yang berkaitan dengan penanganan permasalahan untuk menentukan garis besarnya, mendata instansi – instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber data serta survei lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi wilayah studi. Sehingga dari tahapan persiapan ini dapat diketahui langkah-langkah penyelesaian pekerjaan secara berurutan dan teratur agar didapatkan hasil yang optimal.

3.3.2 Tahapan Pengumpulan Data

Setelah melaksanakan tahap persiapan maka dilanjutkan dengan mengumpulkan data – data yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara peninjauan langsung di lapangan. Peninjauan dilakukan dengan beberapa pengamatan, diantaranya survei lokasi jaringan drainase, survei pengambilan data eksisting yang berupa foto dokumentasi jaringan drainase eksisting dan pengukuran dimensi penampang drainase eksisting.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan menghubungi instansi-instansi yang terkait yang berhubungan langsung pada penelitian. Dalam penelitian ini memerlukan beberapa data sekunder, diantaranya peta kawasan

daerah studi, data curah hujan sesuai dengan daerah pengaliran lokasi studi serta data literatur dan data penunjang yang berkaitan langsung terhadap pelaksanaan penelitian.

3.3.3 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data ini terdiri dari beberapa langkah dengan beberapa masukan, yakni data primer dan sekunder baik secara teknis maupun non teknis dipadu dan dianalisis secara seksama. Bila terjadi kekurangan data dalam menganalisa maka data terlebih dahulu harus dilengkapi. Selanjutnya, setelah semua data lengkap kemudian dianalisis sehingga didapat jalan keluar yang paling optimal dan efektif.

3.3.4 Tahapan Analisa Data

Tahapan ini merupakan tahapan membandingkan hasil perhitungan dengan kinerja keadaan drainase eksisting yang ada untuk diperoleh bentuk penanganan yang sesuai dengan kebutuhan.

Adapun tahapan analisa data dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Analisis Hidrologi

Menghitung frekuensi curah hujan dengan menggunakan 3 jenis distribusi yang digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu distribusi Log Normal, distribusi Log Pearson – Tipe III dan distribusi Gumbel. Selanjutnya menghitung waktu konsentrasi, menentukan nilai koefisien limpasan serta menghitung intensitas curah hujan berdasarkan data curah hujan dengan kala ulang 10 tahun dengan menggunakan metode rata – rata aljabar agar nantinya dapat diperoleh sampel/ data untuk menentukan debit banjir rencana dengan menggunakan metode rasional.

2. Analisis Perencanaan Dimensi Penampang Saluran

Analisis penampang drainase, menghitung luas basah dan keliling basah penampang di kawasan persimpangan Tol Belmera, Jalan Letda Sujono Kota Medan, menghitung nilai kecepatan aliran dengan persamaan Manning, selanjutnya menghitung nilai debit saluran untuk acuan dalam perencanaan jaringan drainase pada lokasi studi.

3.3.5 Tahap Penanganan dan Perencanaan Banjir

Dalam tahap Penanganan dan perencanaan banjir, setelah proses pengolahan dan analisis data selesai maka akan didapatkan suatu jalan keluar secara teknis dan non teknis dan penyelesaiannya, yaitu :

1. Teknis

Dari hasil pengolahan data analisis data, didapat debit banjir rencana dan tinggi genangan. Dua hal ini kemudian digunakan sebagai data untuk perencanaan drainase.

2. Non Teknis

Hasil yang didapat dari analisis data dan pengamatan di lapangan, maka didapat himbauan dan saran bagi masyarakat sekitar dalam menangani banjir di kawasan studi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian data yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

- 1) Berdasarkan hasil perhitungan debit saluran keseluruhan (Q_{eks}), maka debit saluran yang ada sebesar $Q_{eks} = 64,16237 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 2) Dari hasil perhitungan data curah hujan maksimum tahun 2004 s/d 2013 didapat debit air hujan keseluruhan (Q_{renc}) sebesar $Q_{renc} = 573,20790 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 3) Banjir yang terjadi di Jalan Letda Sujono Kecamatan Medan Tembung umumnya berupa genangan yang disebabkan oleh kapasitas saluran eksisting yang tidak mampu lagi menampung debit air hujan dalam intensitas yang tinggi
- 4) Karena kapasitas saluran eksisting pada saluran sekunder dan tersier tidak mampu lagi menampung debit hujan maka perlu peningkatan (perbaikan) dimensi saluran serta pembersihan sampah dan sedimen di beberapa titik saluran sekunder dan tersier yang banyak terdapat tumpukan sampah dan sedimen.

5.2 Saran

Dari simpulan diatas ada beberapa hal yang dapat diteruskan sebagai saran yang dapat dituangkan berdasarkan hasil penelitian ini, yaitu :

- 1) Karena lokasi genangan berada pada Ibu Kota Kecamatan, diharapkan pihak UPIKA (Unsur Pimpinan Kecamatan) memberi pengarahannya penting pemeliharaan saluran serta mendorong agar pihak yang berwenang segera menambah kapasitas saluran dengan melakukan perbaikan pada saluran – saluran yang tidak mampu lagi menampung debit hujan
- 2) Perlunya pemeliharaan serta pengoperasian secara rutin pada saluran yang sudah ada agar tidak terjadi sedimentasi dan penumpukan sampah yang dapat menghambat laju aliran air
- 3) Perlunya penambahan alokasi biaya perbaikan/ pemeliharaan saluran dari instansi atau pihak kelurahan mengajak masyarakat disekitar saluran drainase agar bergotong royong untuk menormalisasikan saluran
- 4) Perlunya kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan dan bahaya banjir yang diakibatkan oleh banyaknya sampah yang mengurangi debit aliran saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Official, 1987,
Pedoman Drainase Jalan Raya
- BR Sri Harto, Ir, DIP, H, 1983, *Mengenal Dasar Hidrologi Terapan*, Yogyakarta:
BP. KMTS UGM
- Data Badan Meteorologi Klomatologi dan Geofisika, 2004, *Data Curah Hujan
Harian Maksimum 2003-2013*, Stasiun Sampali Kota Medan
- Data Badan Pusat Statistik, *Medan Dalam Angka 2014*, Pemerintah Kota Medan
- Halim Hasmar, H, A, 2012, *Drainase Terapan*, Yogyakarta: UII Press
- Hutapea J.J dan Terunajaya, *Studi Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap
Genangan Banjir di Badan Jalan, Analisa Intensitas Hujan*. 03
- Imam Subarkah, Ir, 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Bandung:
Idea Dharma
- Suripin, Dr, Ir, M. Eng, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*,
Yogyakarta: ANDI Offset
- Suyono Sosrodarsono, Ir, 2004, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Bandung: PT. Pradnya
Paramita