

EVALUASI SISTEM DRAINASE DI KECAMATAN HELVETIA KOTA MEDAN

Anisah Lukman

*Dosen Program Studi, Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara
anisah@ft.uisu.ac.id*

Abstrak

Kondisi drainase primer dan sekunder yang berada di Kawasan Helvetia sebagian dari saluran yang ada tidak lagi sesuai dengan fungsinya, dimensi penampang yang tidak beraturan, kurangnya perawatan maupun sistem pengaliran dan pembuangan yang tidak sesuai lagi dengan lingkungan. Mengingat begitu banyaknya kerugian yang ditimbulkan oleh banjir atau genangan, maka perlu direncanakan dengan cermat penanganan kelebihan air pada daerah tersebut, hal ini merupakan alasan mendasar untuk menganalisis kapasitas dan sistem drainase pada kawasan Helvetia. Adapun lokasi yang diambil pada kawasan Drainase Helvetia Kota Medan yang dipusatkan di Kecamatan Medan Helvetia dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi genangan. Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah kecamatan Medan Helvetia didapat melalui Stasiun Klimatologi Sampali Medan. Luas total area wilayah Medan Helvetia adalah 1.316 Ha. Dengan luas area genangan sebesar $1,46 \text{ km}^2 = 146 \text{ Ha}$ apakah masih mencukupi untuk mengalirkan serta membuang air yang berasal dari daerah tangkapan air tersebut disepanjang drainase primer dan sekunder 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}) = 14,644 mm/jam, debit banjir rencana maksimum (Q) = 5,646 m^3/det dan waktu konsentrasi (t_c) = 1,087 jam. Dari hasil Q analisis rancangan dan Q analisis kapasitas saluran di atas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi drainase primer kawasan Medan Helvetia dari analisa didapat Drainase Primer sebesar 1,7188 m^3/det pada Q Eksisting Saluran. Untuk Q Rancangan didapat sebesar 0,5646 m^3/det pada kondisi 10 tahun.

Kata-kata Kunci: Analisa Drainase, Air, Debit Banjir, Hidrologi

I. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan Kota Medan yang amat pesat di Provinsi Sumatera Utara khususnya kawasan Helvetia, permasalahan drainase perkotaan semakin meningkat pula. Pada umumnya penanganan drainase di banyak kota di Provinsi Sumatera Utara masih bersifat parsial, sehingga tidak menyelesaikan permasalahan banjir dan genangan secara tuntas. Pengelolaan drainase perkotaan harus dilaksanakan secara menyeluruh, dimulai tahap perencanaan, konstruksi, operasi dan pemeliharaan, serta ditunjang dengan peningkatan kelembagaan,

Banjir merupakan fenomena alam yang biasa terjadi di suatu kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Secara sederhana banjir dapat didefinisikan sebagai hadirnya air di suatu kawasan luas sehingga menutupi permukaan bumi kawasan tersebut. Sedangkan sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal, jadi sistem drainase adalah rekayasa infrastruktur di suatu kawasan untuk menanggulangi adanya genangan banjir.

1.1 Latar Belakang Masalah

Di Kota Medan sendiri, khususnya drainase di kawasan Helvetia yaitu area drainase primer yang membelah Kecamatan Medan Helvetia dan tepat sejajar dengan Jl. Asrama serta drainase sekunder yang terletak di Jl. Gaperta, Jl. Beringin 7, Jl. Kemiri, dan Jl. Sukadono sering terjadi genangan air (banjir), di mana banjir dan genangan-genangan air terjadi bukan lagi karena faktor-faktor alam yang ekstrem, namun, permasalahan yang kompleks seperti: daerah serapan air yang semakin berkurang akibat pertumbuhan penduduk yang tinggi, berdirinya bangunan-bangunan perumahan, hotel, restaurant dan fasilitas publik yang tidak sesuai dengan tata ruang Kota, sarana drainase yang tidak terawat bahkan rusak dan tidak layak.

Untuk mengatasi permasalahan genangan tersebut maka diperlukan penanganan yang terencana yakni dengan melakukan identifikasi permasalahan secara seksama dan membuat desain yang mampu mengatasi masalah tersebut. Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir, diantaranya adalah:

1. Curah hujan
2. Kapasitas drainase yang tidak memadai
3. Sampah
4. Drainase perkotaan yang tidak terawat

Kawasan Medan Helvetia merupakan salah satu kecamatan yang berada di kota Medan, Provinsi Sumatera Utara di mana sebagian besar daerahnya terdiri dari gedung-gedung dan pemukiman penduduk. Kawasan Helvetia memiliki luas 16.460 Hektar (164,60 Km²), dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Secara geografis terletak pada 3° 36' 52" Lintang Utara dan 98° 41' 36" Bujur Timur. Untuk itu topografi kota Medan cenderung miring ke utara dan berada pada ketinggian 12 - 40 meter di atas permukaan laut. Sempitnya lahan di Kawasan Helvetia mengakibatkan terjadinya desakan pemukiman penduduk. Kondisi tersebut mengakibatkan kemiringan bentuk aliran air daripada drainase-drainase eksisting menjadi lebih kecil dan kapasitasnya menjadi berkurang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya maka pokok permasalahan yang ada di Kawasan Helvetia Kota adalah: Bagaimana mengevaluasi debit banjir rencana di kawasan Helvetia kota Medan. Apakah saluran drainase eksisting masih mampu untuk menampung debit banjir rencana pada kawasan Helvetia kota Medan

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas dalam permasalahan pasti mempunyai tujuan yang ingin dicapai, adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui distribusi yang sesuai dengan mengolah data yang sudah ada.
2. Untuk mendapatkan debit banjir rencana dan waktu konsentrasi di lokasi penelitian pada daerah tangkapan air.
3. Untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana pada kawasan Helvetia kota Medan.

Batasan Masalah

Untuk penelitian ini agar lebih terarah, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut: Menentukan distribusi yang sesuai dengan menganalisa data yang ada. Mengevaluasi debit banjir rencana pada daerah penelitian di drainase yang terdapat di Jl. Gaperta, Jl. Beringin 7, Jl. Kemiri, dan di Jl. Sukadono Kecamatan Medan Helvetia.

II. Landasan Teori

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*).

Sedangkan hidrologi teknik adalah cabang hidrologi terapan yang termasuk keterangan hidrologi yang teruntuk 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 analisis debit banjir rencana. Kegagalan dalam perhitungan drainase menyebabkan terjadinya banjir yang tentunya akan menyebabkan keruntuhan pada struktur dari jalan.

2.1 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.

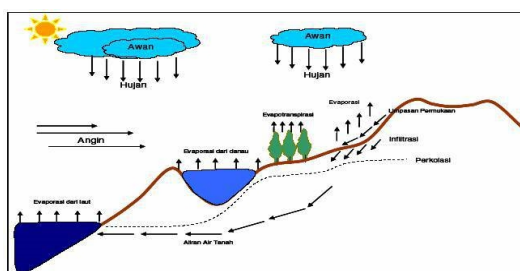
Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus, di mana kita tidak tahu kapan dan 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:

1. 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 titik-titik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es.
2. 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.

3. 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. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus hidrologi (Soemarto, 1987)

2.2 Pengertian Drainase

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

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.

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 1.

Tabel 1. Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan

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

Sumber: Suripin, 2004

2.3.1 Sistem Drainase

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
4. Dalam sistem jaringan drainase, sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:
 - a. Saluran pencegahan pembebanan (*Interceptor drain*)
 - b. Saluran Pengumpul (*Collector drain*)
 - c. Saluran Pembawa (*Conveyor drain*)

2.3.2 Jenis-Jenis Drainase

Ada beberapa jenis drainase yang dibagi berdasarkan:

- a. Berdasarkan sejarah terbentuknya
 1. Drainase alami (*Natural drainage*)
 2. Drainase buatan (*Artificial drainage*)
- b. Berdasarkan letak bangunannya
 1. Drainase permukaan tanah (*Surface drainage*)
 2. Drainase dibawah permukaan tanah
- c. Berdasarkan fungsinya
 1. Satu fungsi (*Single purpose*)
 2. Banyak fungsi (*Multi purpose*)
- d. Berdasarkan konstruksi.
 1. Saluran terbuka
 2. Saluran tertutup
- e. Berdasarkan sistem pengalirannya.
 1. Drainase dengan sistem jaringan
 2. Drainase dengan sistem resapan

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 (tc) khususnya pada drainase perkotaan/terapan (Halim, 2011).

2.4.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Nilai intensitas curah hujan tergantung lamanya curah hujan dan frekuensi hujan dan waktu konsentrasi. Intensitas curah hujan dianalisis dari data hujan secara empiris dan secara statistik.

2.4.3 Waktu Konsentrasi

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

$$\text{Waktu konsentrasi (tc)} = t_o + t_d \quad (1)$$

Dimana:

t_o (*inlet time*): waktu yang diperlukan air untuk mengalir di muka tanah menuju saluran drainase.

t_d (*conduct time*) : waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran.

2.4.4 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 atau menit. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return periode*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran kwarter : periode ulang 1 tahun

- Saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder: periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : periode ulang 10 tahun

Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun (Soewarno, 1995).

a. Analisa Frekuensi Curah Hujan

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

1. Menentukan curah hujan harian maksimum merata untuk tiap-tiap tahun data.
2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari besar ke kecil, yaitu: *Mean, Standart Deviation, Coeffisient of Variation, Coeffisient of Skewness, Coeffisient of Kurtosis*.
3. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter yang ada.

b. Analisis Frekuensi

Dari curah hujan rata-rata dari berbagai stasiun yang ada di daerah aliran sungai, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran data curah hujan yang sesuai dengan pola sebaran data curah hujan rata-rata (Soewarno, 1995).

1. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

- S = deviasi standar curah hujan
- X = nilai rata-rata curah hujan
- X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke- i
- n = jumlah data curah hujan

2. Koefisien Variasi (CV)

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (3)$$

Di mana:

C_s = koefisien varian
 S = deviasi standar
 $\bar{X}$ = nilai rata-rata varian

Dari nilai-nilai di atas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran yaitu dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan.

3. Koefisien *Skewness* (C_s)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Perhitungan koefisien skewness digunakan rumus sebagai berikut:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (4)$$

Di mana:

C_s = koefisien *skewness*

X_i = nilai varian ke i

$\bar{X}$ = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

S = deviasi standar

4. Pengukuran Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal yang mempunyai $C_k = 3$ yang dinamakan *mesokurtik*, $C_k < 3$ berpuncak tajam yang dinamakan *leptokurtik*, sedangkan $C_k > 3$ berpuncak datar dinamakan *platikurtik*. Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut:

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \quad (5)$$

Dimana:

C_k = koefisien *kurtosis* curah hujan

n = jumlah data curah hujan

$\bar{X}$ = nilai rata-rata dari data sampel

X_i = curah hujan ke i

S = standar deviasi

2.4.5 Distribusi Frekuensi

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 beberapa jenis

distribusi frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini:

- Distribusi *Gumbel*

- Distribusi *Log Pearson Type III*

a. Distribusi *Gumbel*

Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas *Gumbel* dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$X_T = \bar{X} + S \times K \quad (6)$$

Keterangan rumus:

X_T = hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\bar{X}$ = nilai rata-rata dari data hujan (X)

S = standar deviasi dari data hujan (X)

K = faktor frekuensi *Gumbel*

$$K = \frac{Y_t Y_n}{S_n} \quad (7)$$

Y_t = *reduced variate*

= nilai Y , bisa ditentukan berdasarkan

Lampiran

S_n = *Reduced* standart deviasi

Y_n = *Reduced mean*.

b. Distribusi *Log Pearson Type III*

Secara sederhana fungsi kerapatan peluang distribusi *Log Pearson type III* ini mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$\log X_t = \overline{\log X_i} + K_T \cdot S_i \quad (8)$$

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (9)$$

$$S_i = \text{standart deviasi} = \frac{\sqrt{(\log X_i - \overline{\log X})^2}}{(n-1)} \quad (10)$$

$$C_s = \text{koefisien skewness} = \frac{(\log X_i - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)S_i^3} \quad (11)$$

di mana:

x_i = data ke- i

S_i = standar deviasi

C_s = koefisien skewness

n = jumlah data

K_T = koefisien frekuensi

2.4.6 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

Intensitas hujan (I) ialah laju rata-rata dari hujan yang lamanya sama dengan waktu

konsentrasi T_c dengan masa ulang tertentu sesuai kebutuhan. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan. Selanjutnya lengkung intensitas hujan adalah grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkungan intensitas hujan kala ulang hujan tertentu.

Untuk menentukan intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus-rumus empiris yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan.

Rumus Mononobe

$$I = \frac{R_2}{2} \left(\frac{2}{t} \right)^{2/3} \quad (12)$$

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)
- R_2 = curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maximum dalam 24 jam - mm)

2.5 Banjir

Banjir adalah aliran air dipermukaan yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai sehingga melimpas ke kiri dan ke kanan saluran akibat terhambatnya aliran pada saluran pembuang. Akibat alami maupun akibat manusia. Pengaliran didasar sungai terutama disebabkan oleh hujan. Jatuhnya air hujan disuatu daerah, baik menurut waktu maupun menurut letak geografisnya tidak tetap melainkan berubah-ubah. Kita kenal dengan adanya musim hujan dan musim kemarau.

2.5.1 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:

2.5.2 Koefisien Pengaliran (C)

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

$$C = \frac{J_u}{J_u} \frac{a}{c} \frac{h}{h} \quad (13)$$

Untuk daerah tangkapan beraneka ragam, bentuk permukaan dapat dicari koefisien pengalirannya dengan rumus:

$$C = \frac{(A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n)}{A} \quad (14)$$

Dimana:

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah tangkapan (m^2)

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

2.5.3 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah kecepatan rata-rata suatu aliran dalam waktu tertentu. Rumus kecepatan aliran metode *Manning* antara lain adalah:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

Dimana:

R = radius hidrolis

S = Kemiringan saluran

n = koefisien *Manning*

2.6 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.

$$C_s = \frac{2 T_c}{2 T_c + T_d} \quad (16)$$

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)

2.7 Perhitungan Debit Banjir (Q)

Cara untuk menentukan debit banjir rencana aliran (Q) yang berdasarkan debit hujan, dapat diklasifikasikan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menggunakan rumus Empiris
2. Melihat data curah hujan dari lembaga Meteorologi dan Geofisika sesuai dengan data yang diinginkan.
3. Menentukan periode ulang rencana untuk selokan samping saluran jaringan drainase.

Dari langkah-langkah diatas yang paling cocok digunakan untuk kondisi lapangan adalah cara Empiris, metode rasional. Metode rasional adalah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang disebabkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase. Adapun asumsi dari metode rasional adalah debit pengaliran akan maksimum kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya.

Rumus dari metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (17)$$

Dimana:

Q = Debit (m^3/debit)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

I = intensitas Curah Hujan (mm/jam)

C = Koefisien pengaliran

2.8 Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode. Berikut ini adalah penjelasan dari metode rasional.

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:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (18)$$

Di mana:

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:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot C_s \cdot I \cdot A \quad (19)$$

di mana:

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

$$C_s = \frac{2 T_c}{2 T_c + T_d} \quad (20)$$

dimana:

C_s = koefisien tampungan,

T_c = waktu konsentrasi (jam)

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

III. Analisa Data

3.1 Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke n yang mana akan di gunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Untuk mendapatkan harga curah hujan area dapat dihitung dengan metode rata-rata aljabar.

Tabel 2. Curah hujan haran maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2005	36
2006	41,4
2007	38,4
2008	47
2009	57,8
2010	40,3
2011	42,5
2012	45,1
2013	36,2
2014	42,2
N = 10 Tahun	Total = 426,9

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian dihitung pola distribusi sebarannya dengan menggunakan perhitungan analisa frekuensi. Distribusi sebaran yang akan di cari analisa frekuensinya antara lain adalah

distribusi gumbel, distribusi log normal, dan distribusi log pearson tipe III.

3.2 Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu ataupun masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan

rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir).

Tabel 3. Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi *Gumbel*

Tahun	Xi	X	Xi-X	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
2005	36	42,69	-6,69	44,756	-299,418	2003,108
2006	41,4	42,69	-1,29	1,664	-2,146	2,769
2007	38,4	42,69	-4,29	18,404	-78,953	338,710
2008	47	42,69	4,31	18,576	80,062	345,071
2009	57,8	42,69	15,11	228,312	3449,795	52126,415
2010	40,3	42,69	-2,39	5,712	-13,651	32,628
2011	42,5	42,69	-0,19	0,036	-0,006	0,001
2012	45,1	42,69	2,41	5,808	13,997	33,734
2013	36,2	42,69	-6,49	42,120	-273,359	1774,102
2014	42,2	42,69	-0,49	0,240	-0,117	0,057
Σ = 10 Tahun	426,9			365,629	2876,201	56656,599

Parameter Statistik

Curah hujan rata-rata (X):

$$X = \frac{\sum X}{N} = \frac{4.269}{1} = 42,69$$

Standart deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{3.6}{9}} = 6,373$$

Koefisien skewness (Cs)

$$Cs = \frac{N \sum (X - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)S^3} = \frac{1(2.2)}{(9)(8)(6,3)^3} = 1,542$$

Pengukuran kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{1}(5.5)}{6,3^4} = 3,432$$

Koefisien variasi (Cv)

$$C = \frac{S}{\bar{X}} = 0,149$$

Parameter Statistik

Standart deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,0}{9}} = 0,015925139$$

Koefisien skewness (Cs)

$$Cs = \frac{N \sum (Y - \bar{Y})^3}{(N-1)(N-2)S^3} = \frac{1(0,0)}{(9)(8)(0,0)^3} = 1,006029239$$

Pengukuran kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{1}(0,0)}{0,0^4} = 2,72609451$$

Koefisien variasi (Cv)

$$C = \frac{S}{\bar{Y}} = 0,000373041$$

Tabel 4. Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi log normal dan log pearson III:

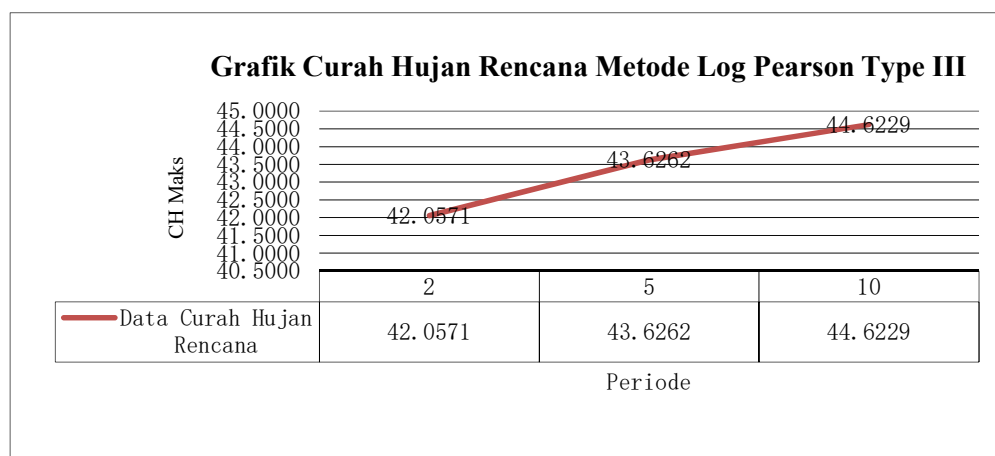
Tahun	Xi	Yi = Log Xi	Log Yi - Log Y	(Log Yi - Log Y) ²	(Log Yi - Log Y) ³	(Log Yi - Log Y) ⁴
2005	36	1,556302501	-0,01912137	0,00036563	-0,00000699	0,0000001337
2006	41,4	1,617000341	-0,00250527	0,00000628	-0,00000002	0,0000000000
2007	38,4	1,584331224	-0,01136940	0,00012926	-0,00000147	0,0000000167
2008	47	1,672097858	0,01204631	0,00014511	0,00000175	0,0000000211
2009	57,8	1,761927838	0,03477273	0,00120914	0,00004205	0,0000014620
2010	40,3	1,605305046	-0,00565781	0,00003201	-0,00000018	0,0000000010
2011	42,5	1,62838893	0,00054276	0,00000029	0,00000000	0,0000000000
2012	45,1	1,654176542	0,00736647	0,00005426	0,00000040	0,0000000029
2013	36,2	1,558708571	-0,01845046	0,00034042	-0,00000628	0,0000001159
2014	42,2	1,625312451	-0,00027852	0,00000008	0,00000000	0,0000000000
Σ = 10 Tahun	426,9	16,2635513		0,00228249	0,00002925	0,0000017534

Tabel 5. Hasil pengukuran dispersi Stasiun Sampali

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Parameter Statistik	Parameter Hasil Logaritma
1	Sd	6,373809257	0,015925139
2	Cv	0,149304504	0,000373041
3	Cs	1,542729136	1,006029239
4	Ck	3,432845442	2,726094506

Tabel 6. Perhitungan curah hujan rencana metode *Log Pearson Type III*.

No	Periode	Rata - rata Log Xi	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Type III	
						Log Rr	Rr (mm)
1	2	1,6264	0,0159	1,006	-0,157	1,6238	42,0571
2	5	1,6264	0,0159	1,006	0,841	1,6397	43,6262
3	10	1,6264	0,0159	1,006	1,457	1,6496	44,6229
4	25	1,6264	0,0159	1,006	1,563	1,6512	44,7969
5	50	1,6264	0,0159	1,006	1,771	1,6546	45,1402
6	100	1,6264	0,0159	1,006	1,948	1,6574	45,4328



Gambar 2. Grafik curah hujan rencana

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

Diketahui data sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times 3780^2}{1000 \times 0.01} \right)^{0.3}$$

$$t_c = 1.08738565$$

$$I = \frac{107.730}{24} \times \left[\frac{24}{0.9101} \right]^{2/3}$$

$$I = 13.802 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Intensitas Curah Hujan untuk periode 5 dan 10 tahun dapat di lihat pada Tabel 7.

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

Diketahui data sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times 3780^2}{1000 \times 0.01} \right)^{0.3}$$

$$t_c = 1.08738565$$

$$I = \frac{107.730}{24} \times \left[\frac{24}{0.9101} \right]^{2/3}$$

$$I = 13.802 \text{ mm/jam}$$

Tabel 7. Perhitungan intensitas curah hujan

No	Periode	R24 (mm)	C	tc (jam)	I (mm/jam)
1	2	42,057	0,95	1,087	13,802
2	5	43,626	0,95	1,087	14,317
3	10	44,622	0,95	1,087	14,644

Luas *Cathment Area* drainase kawasan Helvetia kota Medan adalah = 146 Ha

Koefisien pengaliran (C) = 0.95

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,00278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0,00278 \cdot 13,8 \cdot 146$$

$$Q = 5,322094 \text{ mm}^3/\text{det}$$

Tabel 8. Perhitungan Q rencana

Periode	L (Km)	C	tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m3/det)
2	3,78	0,95	1,087	13,802	146	5,322
5	3,78	0,95	1,087	14,317	146	5,520
10	3,78	0,95	1,087	14,644	146	5,646

IV. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

a. Drainase Primer

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh antara lain adalah:

Tabel 9. Hasil survei drainase primer

No	Saluran	Ukuran Saluran				Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		T (m)	B (m)	H (m)	m (m)		
1	Primer	5	3	1,2	1	3780	Batu Pecah Disemen

b. Drainase Sekunder

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh antara lain:

Tabel 10. Hasil survey drainase sekunder.

No	Saluran	Ukuran Saluran				Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		T (m)	B (m)	H (m)	m (m)		
1	Skunder	1	0,5	1	0,25	1700	Batu Pecah Disemen

4.1 Perhitungan Debit Saluran

a. Saluran Drainase Primer

Perhitungan debit saluran yang dipilih drainase primer terpanjang untuk mengetahui berapa besar debit yang dapat di tampung saluran.

Luas Permukaan (A):

$$A = (B + m \cdot H) H$$

$$A = (3 + 1 \cdot 1,2) 1,2$$

$$A = 5,04 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = B + 2H \sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 3 + 2 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{1 + 1^2}$$

$$P = 6,394 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{(B + m \cdot H) H}{B + 2H \sqrt{1 + m^2}}$$

$$R = \frac{(3 + 1,2 \cdot 1,2) \cdot 1,2}{3 + 2 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{1 + 1^2}}$$

$$R = 0,788 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$V = \frac{1}{0,0} \times 0,62802^{\frac{2}{3}} \times 0,0001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,3410 \text{ m/det}$$

Jadi debit banjir rancangan adalah

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,3410 \times 5,04$$

$$Q = 1,7188 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q analisis rancangan dan Q analisis kapasitas saluran diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi drainase primer kawasan Medan Helvetia. Hasil perbandingan analisis disajikan di dalam Table 11.

Tabel 11. Perbandingan Q rancangan dan Q Saluran Drainase Primer kawasan Medan Helvetia

No	Nama Saluran	Q Eksisting Saluran	Q Rancangan			Ket.
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Primer	1,7188 m ³ /det	0,5322 m ³ /det	0,5520 m ³ /det	0,5646 m ³ /det	Aman untuk 2,5 dan 10 tahun,

b. Saluran Drainase Sekunder

Perhitungan debit saluran dilakukan untuk mengetahui berapa besar debit yang dapat di tampung saluran.

Luas Permukaan (A):

$$A = (B + m \cdot H) H$$

$$A = (0,1 + 0,25 \cdot 1) 1$$

$$A = 0,75 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = B + 2H \sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 0,1 + 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{1 + 0,25^2}$$

$$P = 2,561 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{(B + m \cdot H) H}{B + 2H \sqrt{1 + m^2}}$$

$$R = \frac{(0,1 + 0,25 \cdot 1) \cdot 1}{0,1 + 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{1 + 0,25^2}}$$

$$R = 0,292 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien pengaliran manning untuk kondisi saluran Batu pecah disemen = 0.025

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

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0,62802^{\frac{2}{3}} \times 0.0001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,1756 \text{ m/det}$$

Jadi debit banjir rancangan adalah

$$Q = V \times A = 0,1756 \times 0,75 = 0,1317 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q analisis rancangan dan Q analisis kapasitas saluran diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi drainase sekunder kawasan Medan Helvetia. Hasil perbandingan analisis disajikan di dalam Tabel 12.

Tabel 12. Perbandingan Q rancangan dan Q Saluran Drainase Sekunder Kec Helvetia

No	Nama Saluran	Q Eksisting Saluran	Q Rancangan			Keterangan
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Sekunder	0,1317 m ³ /det	0,8022 m ³ /det	0,8322 m ³ /det	0,8512 m ³ /det	Tidak aman untuk 2, 5, dan 10 tahun

4.2. Perhitungan Debit Saluran Eksisting

Perhitungan debit saluran dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang ada di lapangan dapat menampung besar debit banjir rancangan. Apabila nilai Q rancangan < Q Saluran maka saluran dapat dikatakan aman dari banjir.

a. Drainase Primer

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh antara lain adalah.

Tabel 13. Hasil survey eksisting drainase primer di lapangan

No	Saluran	Ukuran Saluran				Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		T (m)	B (m)	H (m)	m (m)		
1	Primer	5	3	0,6	1	3780	Batu Pecah Disemen

Saluran Drainase Primer

Luas Permukaan (A):

$$A = (B + m \cdot H) H$$

$$A = (3 + 1 \cdot 0,6) 0,6$$

$$A = 0,35 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = B + 2H \sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 3 + 2 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{1 + 1^2}$$

$$P = 2,161 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{(B + m \cdot H) H}{B + 2H \sqrt{1 + m^2}}$$

$$R = \frac{(3 + 1 \cdot 0,6) \cdot 0,6}{3 + 2 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{1 + 1^2}}$$

$$R = 0,161 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran manning untuk kondisi saluran Batu pecah disemen = 0.025

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

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0,65901^{\frac{2}{3}} \times 0.001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,1181 \text{ m/det}$$

Jadi Debit banjir rancangan adalah

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,1181 \times 0,35$$

$$Q = 0,0413 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q analisis rancangan dan Q analisis Saluran Eksisting diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase primer, Hasil perbandingan analisis disajikan di dalam Tabel 14.

Tabel 14. Perbandingan Q rancangan dan Q eksisting Saluran drainase primer kawasan Helvetia

No	Nama Saluran	Q Eksisting Saluran	Q Rancangan			Ket.
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Primer	0,0413 m ³ /det	0,5322 m ³ /det	0,5520 m ³ /det	5,646 m ³ /det	Tidak aman untuk 2, 5 dan 10 tahun

b. Drainase sekunder

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh antara lain adalah.

Tabel 15. Hasil survey eksisting drainase sekunder di lapangan.

No	Saluran	Ukuran Saluran				Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		T (m)	B (m)	H (m)	m (m)		
1	Sekunder	1	0,5	0,5	0,25	1700	Batu Pecah Disemen

Saluran Drainase Sekunder

Luas Permukaan (A):

$$A = (B + m \cdot H) H$$

$$A = (0,1 + 0,25 \cdot 0,5) 0,5 = 0,312 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = B + 2H \sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 0,1 + 2 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{1 + 0,25^2} = 1,530 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{(B + m \cdot H) H}{B + 2H \sqrt{1 + m^2}}$$

$$R = \frac{(0,1 + 0,2 \cdot 0,5) \cdot 0,5}{0,1 + 2 \cdot 0,5 \sqrt{1 + 0,2^2}} = 0,204 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran manning untuk kondisi saluran Batu pecah disemen = 0.025

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

$$V = \frac{1}{0,025} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = 0,1379 \text{ m/det}$$

Jadi Debit banjir rancangan adalah

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,379 \times 0,312 = 0,431 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q analisis rancangan dan Q analisis Saluran Eksisting diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase sekunder kawasan Helvetia, Hasil perbandingan analisis disajikan di dalam Tabel 16.

Tabel 16. Perbandingan Q rancangan dan Q eksisting Saluran drainase sekunder kawasan Helvetia

No	Nama Saluran	Q Eksisting Saluran	Q Rancangan			Ket.
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Sekunder	0,0431 m ³ /det	0,2458 m ³ /det	0,2550 m ³ /det	0,2608 m ³ /det	Tidak aman untuk 2, 5 dan 10 tahun

Dari hasil analisa di atas dapat di simpulkan bahwa

- Kurangnya perawatan drainase primer menyebabkan tingginya sedimentasi, bentuk drainase yang tidak beraturan, serta penyumbatan sampah sehingga mengakibatkan drainase primer tidak mampu lagi menampung debit banjir rancangan kala ulang 2, 5, sampai 10 tahun.
- Kurangnya kapasitas saluran drainase sekunder menyebabkan drainase tidak mampu menampung debit banjir rancangan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun, sehingga perlu dilakukan pelebaran kapasitas drainase.
- Permasalahan yang timbul pada drainase primer serta drainase sekunder adalah penyebab yang mengakibatkan meluapnya air di Jl. Asrama, Jl. Gaperta, Jl. Beringin 7, Jl. Kemiri, dan Jl. Sukadono kecamatan Medan Helvetia.

V. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka didapat data-data yang sesuai dengan ketentuan dalam melakukan pemilihan distribusi.
 - Adapun distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi Log Person Type III dengan ketentuan $C_s \neq 0$ yang sesuai

dengan data-data yang didapat untuk uji distribusi log Person Type III yaitu $C_s = 1,006$

- Dengan menggunakan distribusi Log Person Type III, diperoleh data curah hujan rencana maksimum pada periode ulang 5 tahun adalah 44,626 mm/jam yang disebabkan intensitas curah hujan yang tinggi adalah 14,317 mm/jam.
2. Dari hasil perhitungan debit banjir didapat: Debit banjir rencana (Q) untuk periode 5 tahun adalah 0,5520 m³/det Waktu konsentrasi (tc) adalah 1,087 jam
 3. Dari hasil perhitungan melalui evaluasi dari dimensi saluran eksisting drainase primer dan drainase sekunder tidak mampu untuk menampung debit banjir rencana pada daerah penelitian.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat sebaiknya dilakukan analisa lanjutan yang lebih spesifik sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase primer dan drainase sekunder pada kawasan Medan Helvetia.
2. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.
3. Perlu masyarakat peduli untuk merawat saluran drainase dari sedimentasi yang berlebihan untuk dikeruk dan membersihkan sampah yang ada untuk dibuang pada tempatnya.

Daftar Pustaka

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Urban drainase guidelines and technical standards*
- [2] Dept, PU., 1994, *Urban drainase guidelines and technical standards*.
- [3] Harto, S., 1993, *Analisis hidrologi*, Jakarta: Gramedia pustaka utama.
- [4] Halim, 2011, *Drainase terapan*, Yogyakarta: UII Press.
- [5] Suripin, 2004, *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*, Jakarta: Andi.
- [6] Sosrodarsono, S., 1976, *Hidrologi untuk pengairan*, Jakarta: Pradnya paramita.
- [7] Sutanto, 2006, *Pedoman drainase jalan raya*, Jakarta: UII Press.
- [8] Soewarno, 1995, *Hidrologi aplikasi metode statistik jilid 1 dan 2*, Bandung: Nova.
- [9] Wesli, 2008, *Drainase perkotaan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.

