BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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, pembiayaan serta partisipasi masyarakat. Peningkatan pemahaman mengenai drainase kepada pihak yang terlibat baik bagi pelaksana maupun masyarakat perlu dilakukan secara berkesinambungan agar penanganan dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya, karena sistem drainase perkotaan merupakan salah satu komponen infrastruktur perkotaan yang sangat penting. Kemajuan sebuah Kota dapat langsung di nilai dari kondisi sistem drainasenya.

Drainase perkotaan sebagai salah satu prasarana kota yang memiliki keterkaitan dengan prasarana kota lainnya, instansi penanggung jawabnya berbeda-beda dengan sumber dana yang beragam, sehingga apabila penanganannya tidak terpadu maka sulit untuk menjaga suatu tingkat pelayanan yang baik. Salah satu kondisi yang menunjukkan kurangnya tingkat pelayanan prasarana perkotaan khususnya prasarana drainase perkotaan adalah terjadinya genangan air (banjir). Genangan air menimbulkan berbagai kerugian bagi masyarakat kota.

Kebutuhan terhadap drainase berawal dari kebutuhan air untuk kehidupan manusia yang mana untuk kebutuhan tersebut manusia mamanfaatkan saluran air untuk kebutuhan untuk rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan dan lain sebagainya. Bentuk dari pada keadaan tersebut mengakibatkan daerah yang tergenang dikota, khususnya kawasan Helvetia kota Medan semakin bertambah.

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:

a. Curah hujan

   Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir disungai dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.

b. Kapasitas drainase yang tidak memadai

   Hampir semua kota - kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai. sehingga kota tersebut sering menjadi sasaran musim banjir.

c. Sampah

   Disiplin masyaraka tuntuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan tidak baik,umumnya mereka langsung membuang sampah kesungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai pembuangan sampah dialur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

d. Drainase perkotaan yang tidak terawat

   Drainase perkotaan dan pengembangan lahan pertanian pada daerah bantuan banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.

Kawasan Medan Helvetia merupakan salah satu kecamatan yang berada di kota Medan, Provinsi Sumatera Utara dimana sebagian besar daerahnya terdiri dari gedung - gedung dan pemukiman penduduk. Kawasan Helvetia memiliki luas 16.460 Hektar (164,60 Km^2), dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Secara geografis terletak pada3^0 36’ 52” Lintang Utara dan 98^0 41’ 36” Bujur Timur.Untuk itu topografi kota Medan cendrung miring keutara dan berada pada ketinggian 12 - 40 meter diatas permukaan laut. Sempitnya lahan di Kawasan Helvetia mengakibatkan terjadinya desakan pemukiman penduduk.

Kondisi tersebut mengakibatkan kemiringan bentuk aliran air daripada drainase-drainase ekisting menjadi lebih kecil dan kapasitasnya menjadi berkurang.

Area drainase kawasan Helvetia dipilih sebagai daerah penelitian karna terdapat banyak genangan air di lokasi pusat penduduk, perekonomian, akses jalan dan tempat pelayanan publik. Maka dampak dari genangan yang dapat merugikan secara langsung maupun tidak langsung ini harus dibuat penanganannya.

Drainase di kawasan Helvetia merupakan saluran drainase mikro yang sudah ditingkatkan menjadi saluran drainase teknis yang di beberapa waktu saat debit hujan memuncak mengalami *over load* debit. Dengan hasil pengamatan drainase yang di ruas teknisnya untuk Drainase Primer berdimensi B=1,7m, T=2m, H=1,5m dan untuk Drainase Sekunder berdimensi B=0.5m, T=1m, dan H=0,5m. Sering mengalami kondisi dimana beda tinggi dari tanggul saluran antara 0.6 – 1m. Sehingga beda elevasi yang dasar saluran drainase dan dasar out let sub drain yang berpariasi antara 0.6 – 1m. Sehingga pada saat ini dapat disimpulkan bahwa *out let* layanan saluran drainase di kawasan Helvetia terjadi hambatan atau biasa disebut antrian air. Maka perlulah diadakannya Evaluasi Sistem Drainase Pada Kawasan Helvetia Kota Medan sehingga diharapkan dapat membantu dalam penanganan alternatif penambahan dimensi penampang di drainase primer dan drainase sekunder jika secara teknis masih memenuhi syarat.

Pada Skripsi ini penelitian akan dipusatkan di kawasan Medan Helvetia dengan luas area 1.316 Ha dan luas area genangan sebesar 146 Ha. Ini disebabkan karena keadaan pemukiman dan perumahan yang padat, pemanfaatan lahan yang tidak teratur, dan tidak fungsional.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Distribusi apa yang sesuai untuk mengevaluasi data yang ada?
2. Berapakah besarnya intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari Stasiun Klimatologi?

3. Berapakah besarnya Debit banjir rencana dan waktu birokrasi penelitian?
4. Apakah saluran drainase eksisting masih mampu untuk menampung debit banjir rencana pada kawasan Helvetia kota Medan?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Menentukan distribusi yang sesuai dengan mengevaluasi data yang ada.
2. Menentukan curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari Stasiun Klimatologi untuk daerah Medan Helvetia.
3. Mengevaluasi debit banjir rencana pada daerah penelitian di drainase primer pada Jl. Kapten Sumarsono dan drainase sekunder yang ada di Jl. Filisium Raya.
4. Melakukan evaluasi hidrolis untuk menangani permasalahan banjir pada daerah penelitian tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui distribusi yang sesuai dengan mengolah data yang sudah ada.
2. Untuk memperoleh intensitas curah hujan rencana pada daerah penelitian dengan menganalisa data curah hujan dari stasiun pengamat hujan yang ada di daerah tersebut.
3. Untuk mendapatkan debit banjir rencana dan waktu konsentrasi di lokasi penelitian.
4. Untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana pada kawasan Helvetia Kota Medan.

1.5. Manfaat Penelitian

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

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

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian Skripsi. Metodologi penulisan ini mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan peroses evaluasi terhadap permasalahan Skripsi. Berikut adalah rincian metodologi penelitian yang akan dilaksanakan pada Skripsi ini:

Teknik pengumpulan data

1. Pengumpulan data curah hujan maksimum harian dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
2. Studi literature (Kepustakaan).
3. Pengamatan langsung dilapangan.

Teknik pengolahan data

1. Mengumpulkan data - data yang mendukung untuk perhitungan debit banjir rencana.
2. Menganalisis curah hujan rencana.
3. Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan metode Rasional.

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Skripsi dengan judul “Analisa Sistem Drainase Pada Jalan Filisium Raya Kelurahan Helvetia Tengah Kecamatan Medan Helvetia (Studi Kasus)’’ ini tersusun dari 5 bab, dan tiap - tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

   Bab ini menjelaskan tentang uraian mengenai tinjauan secara umum, Latar belakang, Rumusan masalah, Ruang lingkup penelitian, Tujuan dan Manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

   Bab ini berisikan uraian teoritis, dan menunjukkan pembahasan mengenai penyusunan terapan dari sejumlah buku, yang dapat menjadi bahan acuan dalam penyusunan ini dan membuat aplikasi perhitungan yang dapat mendukung dalam kelengkapan penyusunan Skripsi ini.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

   Bab ini membahas persiapan dan pelaksanaan penelitian, yang berasal dari instansi pemerintahan maupun swasta yang terkait data sekunder atau pun primer. Dimana data sekunder meliputi data hidrologi dan klimatologi sedangkan primer dengan melaksanakan survei. Adapun pengumpulan data bertujuan untuk memenuhi data-data yang berhubungan dengan permasalahan guna melengkapi penulisan ini.
4. BAB IV ANALISA DATA

   Bab ini berisi tentang penyusunan dan pengolahan data yang berhubungan secara langsung dengan kondisi sistem drainase pada kawasan Helvetia kota Medan.
5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

   Bab ini membahas mengenai hasil akhir penulisan Skripsi berupa kesimpulan dan saran yang di perlukan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hidrologi Umum

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

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

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

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 tangkapan air (DTA), analisa curah hujan rencana, pemilihan jenis sebaran, dan analisi debit banjir rencana. Kegagalan dalam perhitungan drainase menyebabkan terjadinya banjir yang tentunya akan menyebabkan keruntuhan pada struktur dari jalan. Untuk itu dalam perhitungan analisa hidrologi diperlukan ketelitian yang pasti baik itu dari pengumpulan data maupun pengolahan data agar dalam perencanaan suatu drainase, *culvert*, maupun jembatan tidak terjadi kekeliruan.

2.1.1. Siklus Hidrologi

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah suatu proses yang berkaitan, dimana air diangkut dari lautan ke atmosfir (udara) ke darat dan kembali lagi ke laut.

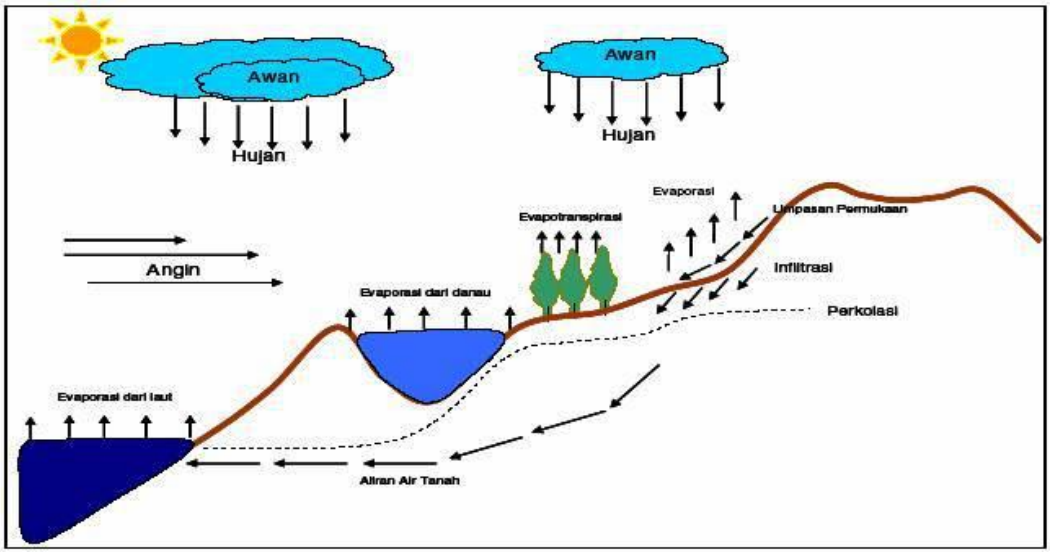
Hujan yang jatuh ke bumi baik langsung menjadi aliran maupun tidak langsung yaitu melalui vegetasi atau media lainnnya akan membentuk siklus aliran air mulai dari tempat yang tinggi (pegunungan) menuju ke tempat yang rendah baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah yang berakhir di laut.

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

a. 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 bitnik - bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es.
b. 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.

c. Air permukaan: Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau, makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai - sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang tertera pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1**:**Siklus hidrologi
Sumber : (Soemarto, 1987)

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

beberapa waktu. Retensi dapat berupa retensi alam seperti daerah-daerah cekungan, danau tempat-tempat yang rendah. Maupun retensi buatan seperti tampungan, sumur, embung, waduk.

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

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

Sebagian air yang tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar ke permukaan tanah sebagai limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang terkumpul di sungai yang akhirnya akan mengalir ke laut kembali terjadi penguapan dan begitu seterusnya mengikuti siklus hidrogi. Penyimpanan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Kondisi tata guna lahan juga berpengaruh terhadap tampungan air tanah, misalnya lahan hutan yang

beralih fungsi mejadi daerah pemukiman dan curah hujan daerah tersebut. Sebagai permulaan dari simulasi harus ditentukan penyimpangan awal (*initial storage*).

Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (vegetasi), masuk ke tanah begitu juga hujan yang terinfiltrasi. Sedangkan air yang tidak terinfiltrasi yang merupakan limpasan mengalir ke tempat yang lebih rendah, mengalir ke danau dan tertampung. Dan hujan yang langsung jatuh di atas sebuah danau (*reservoir*) air hujan (presipitasi) yang langsung jatuh diatas danau menjadi tampungan langsung. Air yang tertahan di danau akan mengalir melalui sistem jaringan sungai, permukaan tanah (akibat debit banjir) dan merembes melalui tanah. Dalam hal ini air yang tertampung di danau adalah aliran intra (*inflow*), sedangkan yang mengalir atau merembes adalah (*outflow*).

2.2. Pengertian Drainase

Drainase secara umum didefenisikan 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.

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

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

2.2.1. Sejarah Perkembangan Drainase

Drainase perkotaan awalnya tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah - lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan pokok hidupnya. Kebutuhan pokok tersebut berupa ketersediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, perikanan, tranaportasi dan kebutuhan sosial budaya.

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

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

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

2.3. Drainase perkotaan

Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan social budaya yang ada dikawasan 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. Seperti yang tertera pada Tabel 2.1.

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

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

Sumber : (Suripin, 2004).

2.3.1. Sistem Drainase

Banyaknya air yang mengalir pada suatu saluran drainase dipengaruhi oleh curah hujan, suhu udara, iklim suatu daerah, tinggi rendahnya permukaan tanah dan kepadatan tanah. Jaringan drainase perkotaan meliputi saluran alur air, baik alur alam maupun buatan yang hulunya terletak dikota dan bermuara disungai yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut ditepi kota tersebut.

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

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

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

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

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

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

1. Saluran pencegahan pembebanan (*Intercepter drain*)

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

2. Saluran Pengumpul *(Collector drain*)

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

3. Saluran Pembawa (*Conveyor drain*)

Saluran pembawa adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air pembuangan dari suatu daerah kelokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui. Dalam kenyataan dapat terjadi suatu saluran bekerja sekaligus untuk kedua atau bahkan ketiga jenis fungsi tersebut.

2.3.2. Keguanaan Saluran Drainase

Kegunaan saluran drainase antara lain:

1. Mengeringkan daerah genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
2. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
3. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
4. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.3.3. Jenis-JenisDrainase

Ada beberapa jenis drainase yang dibagi berdasarkan:

A. Berdasarkan sejarah terbentuknya

Drainase berdasarkan sejarah terbentuknya dikelompokkan mejadi:

1. Drainase alami (*Natural drainage*)

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

2. Drainase buatan (*Artifical drainage*)

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

B. Berdasarkan letak bangunannya

Drainase berdasarkan letak bangunannnya dikelompokkan menjadi:

1. Drainase permukaan tanah (*Surface drainage*)

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

2. Drainase dibawah permukaan tanah

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

C. Berdasarkan fungsinya.

Drainase berdasarkan fungsinya dikelompokkan menjadi:

1. Satu fungsi (*Single purpose*)

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

2. Banyak fungsi (*Multi purpose*)

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

D. Berdasarkan konstruksi.

1. Saluran terbuka

Saluran terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak didaerah yang mempunyai luasan yang cukup, atau pun untuk

drainase air non hujan yang tidak akan membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

2. Saluran tertutup

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

E. Berdasarkan sistem pengalirannya.

Drainase berdasarkan sistem pengalirannya dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase dengan sistem jaringan

Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan - bangunan pelengkapnya.

2. Drainase dengan sistem resapan

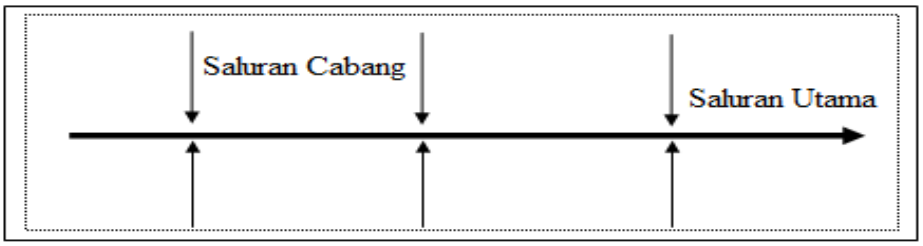
Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air dipermukaan tanah kedalam tanah atau melalui sumuran atau saluran resapan. Sistem resapan ini sangat menguntungkan bagi usaha konversi air.

2.3.4. Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Pola siku

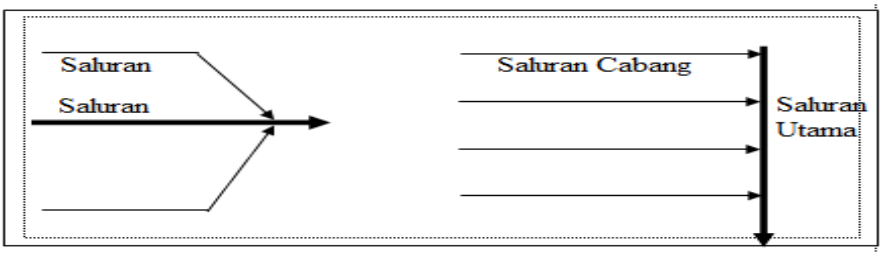
Pola siku adalah suatu pola dimana saluran cabang membentuk siku - siku pada saluran utama. Biasanmya dibuat pada daerah yang mempunyai tofografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai dimana sungai merupakan saluran pembuang utama yang berada ditengah kota seperti yang tertera pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Pola jaringan siku
Sumber : (Sukarto, 1999).

2. Pola paralel

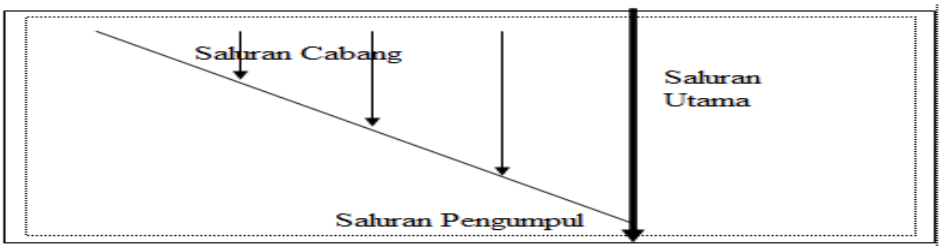
Pola paralel adalah suatu pola dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek - pendek seperti yang tertera pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Pola jaringan paralel
Sumber : (Sukarto, 1999).

3. Pola *grid iron*

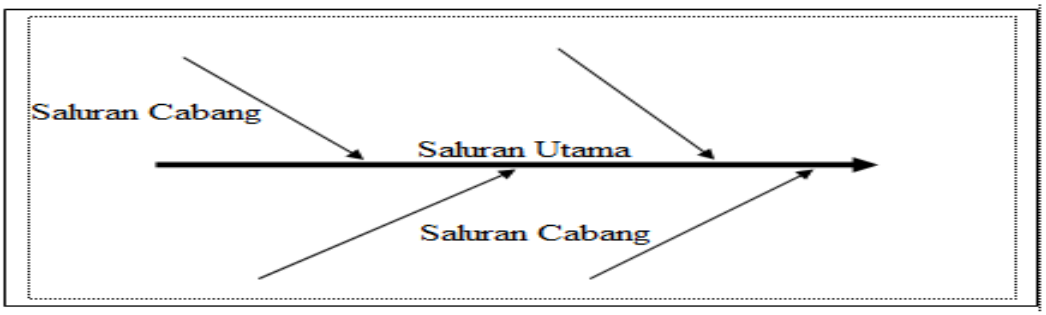
Pola *grid iron* adalah pola jaringan drainase dimana sungai terletak dipinggiran kota. Sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul kemudian dialirkan pada sungai seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Jaringan *grid iron*
Sumber : (Sukarto, 1999).

4. Pola alamiah

Pola alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku dimana sungai sebagai saluran berada ditengah kota, namun jaringan saluran cabang tidak terlalu terbentuk siku terhadap saluran utama atau sungai seperti yang terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Pola jaringan alamiah
Sumber : (Sukarto, 1999).

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 atmosfir 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) khusunya 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 waku 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).*

Waktu konsentrasi (tc) = to + td

Dimana:

to (*inlet time*) : waktu yang diperlukan air untuk mengalir dimuka tanah menuju saluran drainase.

td (*conduct time*) : waktu yang diperlukan air untuk mengalir disepanjang 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

konsekuen 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:

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

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 di analisis secara statistic 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:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\{X_i - X\}^2}{n-1}} \quad \text{.....(2.1)}$$

Dimana:

S = deviasi standar curah hujan

X = nilai rata - rata curah hujan

Xi = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

n = jumlah data curah hujan

2. Koefisien Variasi (C_V)

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:

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad \text{.....(2.2)}$$

Dimana:

C_s = koefisien varian

S = deviasi standar

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

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

3. Koefisien *Skewness* (Cs)

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

$$C_s = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(X_i - X)^2}{(n-1)(n-2)S^3} \quad \text{.....(2.3)}$$

Dimana:

Cs = koefisien *skewness*

X_i = nilai varian ke i

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:

$$C_k = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i - X)^4}{S^4} \quad \text{.....(2.4)}$$

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:

a. Distribusi *Gumbel*
b. 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:

$$X_T = \bar{X} + S \times K \quad \text{.....} \quad (2.5)$$

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*

$$K = \frac{Y_{tY_n}}{S_n}$$

Yt = *reducedvariate*

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:

$$\log X_t = \overline{\log} X_i + K_T . S_i \quad (2.6)$$

$$\overline{\log} X = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (2.7)$$

$$S_i = \text{standart deviasi} = \frac{\sqrt{(\log X_i - \log X)^2}}{(n-1)} \quad (2.8)$$

$$C_s = \text{koefisien } skewness = \frac{(\log X_i - \log X)^2}{(n-1).(n-2){S_i}^3} \quad (2.9)$$

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. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekwensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang di perkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekwensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dapat dilakukan dengan Uji Chi - kuadrat (*Chi - square*) atau Uji *Smirnov - Kolmogrov*.

1. Uji *Smirvor - Kolmogorov*

Uji kecocokan *Smirnov - Kolmogrov* sering juga disebut uji kecocokan non parametric (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Hal itu dikarenakan nilai uji yang terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Nilai kritis untuk uji *Smirnov - Kolmogorov*

Ukuran Sampel (n)	Level Of Significance α (%)			
	20	10	5	1
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,322	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

Sumber : (Suripin, 2004).

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

Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

Uji *Smirnov – Kolmogorov*

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

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

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

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

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

   D = Maksimum [P (X_m) – P'(X_m)]

Berdasarkan Tabel 2.2 nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan Nilai kritis (Do). Apabila nilai D lebih kecil dari nilai Do maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari nilai Do maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

2. Uji *Chi-square*

Uji *Chi-square* adalah salah satu uju statistik non paramatikyang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji *Chi-square* ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau labih proposi sampel. Uji *chi-square* diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata ataukah tidak dengan frekuensi yang diharapkan. *Chi-square* adalah teknik analisi yang digunakan untuk menetukan perbedaan frekuensi (Oj) dengan frekuensiespektasi atau frekuensi harapan (Ej) suatu kategori tertentu. Uji ini dapat dilakukan pada data diskrit atau fekuensi.

Uji *chi-square* digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Adapaun prosedur perhitungan *chi-square* adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah kelas dengan rumus:

   K = 1+3,22 log n .....(2.10)

   Dengan:

   K = jumlah kelas

   N = Banyaknya data

2. Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
3. Menghitung frekuensi pengamatan Oj = n/jumlah kelas.

4. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas (Ej).
5. Menghitung:

$$\chi_h^{\ 2} = \sum_{j-1}^{k} \frac{(Oj - Ej)^2}{Ej} \quad \text{.....} (2.11)$$

Dimana:

$\chi_h^{\ 2}$ = parameter chi-kuadrat terhitung

k = jumlah kelas

O_j= frekuensi pengamatan kelas

E_j = frekuensi teorritis kelas

6. Menentukan μ^2 cr dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (v).

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan apabila μ^2 hitung < μ^2 cr maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai μ^2 hitung > μ^2 cr maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Nilai Kritis Untuk Distribusi *Chi-square.*

d^k	α derajat kepercayaan							
	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,05}$	$t_{0,025}$	$t_{0,01}$	$t_{0,005}$
1	0,039	0,160	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	24,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,598
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267

17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,884	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,852
20	7,434	8,260	9,591	10,851	34,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,298	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,920

Sumber : (Montarcih, 2009).

2.5. 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 Tc dengan masa ulang tertentu sesuai kebutuhan.

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

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

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

1. Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad \text{.....(2.12)}$$

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_{24}= curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang Tertentu (curah hujan maximum dalam 24 jam - mm)

2.6. 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.

Tetapi pada musim hujanpun, dari hari-kehari, dari jam - kejam tidak sama. Demikian juga dari tahun ketahun banyak hujan tidak sama dan juga hujan maksimum dalam satu hari untuk berbagai tahun berlainan.

2.6.1. Jenis–Jenis Banjir

Banjir dibedakan atas peristiwanya:

1. Peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya terjadi banjir.
2. Peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai, karena debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alir sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

Peristiwa banjir sendiri tidak jadi permasalahan, apabila tidak mengganggu terhadap aktifitas dan kepentingan manusia dan permasalahan itu timbul setelah manusia melakukan kegiatan pada daerah dataran banjir, untuk mengurangi kerugian akibat banjir.

2.6.2. Sebab Terjadinya Banjir

Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia.

Sebab – sebab banjir yang alami adalah:

1. Curah hujan yang tinggi
2. Erosi dan sendimentasi
3. Kapasitas drainase/sungai yang tidak memadai

Sebab – sebab banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia adalah:

1. Sampah

2. Kerusakan bangunan pengendali banjir
3. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat.

2.6.3. 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.

2.7. Koefisien Pengaliran (C)

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

$$C = \frac{\text{Jumlah aliran}}{\text{Jumlah curah hujan}} \quad \text{.....(2.13)}$$

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

$$C = \frac{(A_1\, C_1 + A_2\, C_2 + \ldots\ldots + A_n\, c_n)}{A} \quad \text{.....(2.14)}$$

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:
      a. Penggunaan tanah (*land use*)
      b. Jenis tanah
      c. Kondisi topografi

Dapat dimengerti betapa sukar untuk menentukan besarnya pengaruh dari setiap faktor itu sendiri-sendiri. Berhubung dengan itu mungkin diperhitungkan semua faktor secara sendiri-sendiri. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tataguna lahan dikemudian hari karena dalam hal ini pengaruh koefisien pengaliran sangat besar dalam menentukan besarnya aliran disuatu tempat daerah tertentu berdasarkan jenis daerah aliran tersebut, koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Koefisien aliran (C) secara umum

Tipe Daerah Aliran	Kondisi	Koefisien Aliran C
Rerumputan	Tanah pasir, datar, 2%	0.05 - 0.10
	Tanah pasir, rata-rata, 2-7%	0.10 - 0.15
	Tanah pasir, curam, 7%	0.15 - 0.20
	Tanah gemuk, datar, 2%	0.13 - 0.17
	Tanah gemuk, rata-rata, 2-7%	0.18 - 0.22
	Tanah gemuk Curam, 7%	0.25 - 0.35
Business	Daerah Kota lama	0.75 - 0.95
	Daerah pinggiran	0.50 - 0.70
Perumahan	Daerah "Single family"	0.30 - 0.50
	"Multi units" terpisah-pisah	0.40 - 0.60
	"Multi units" tertutup	0.60 - 0.75
	"Suburban"	0.25 - 0.40
	Daerah rumah apartemen	0.50 - 0.70
Industri	Daerah ringan	0.50 - 0.80
	Daerah berat	0.60 - 0.90
Pertamanan, kuburan		0.10 - 0.25
Tempat bermain		0.20 - 0.35
Halaman kereta api		0.20 - 0.40
Daerah yang tidak		0.10 - 0.30
Jalan	Bersapal	0.70 - 0.95
	Beton	0.80 - 0.95
	Batu	0.70 - 0.85
Untuk berjalan dan naik		0.70 - 0.85
Atap		0.70 - 0.95

Sumber : (Wesli, 2008).

Pada perencanaan drainase di kawasan Helvetia, digunakan koefisien pengaliran pada Tabel 2.4: Koefisien aliran (C) secara umum (*Wesli, 2008*) dengan alasan - alasan sebagai berikut:

1. Harga-harga koefisien *run off* (koefisien pengaliran pada Tabel 2.4) merupakan hasil yang disurvey (diselidiki) pada sebagian daerah di Amerika Serikat.
2. Harga-harga koefisien pada Tabel 2.4 tidak tergantung pada lamanya hujan.

3. Harga-harga koefisien pengaliran pada Tabel 2.4 sangat sesuai untuk studi kasus ini, karena persentase daerah kedap dapat disurvey di lapangan.

Koefisien pengaliran dapat di presentasekan berdasarkan permukaan yang kedap dengan melihat waktu kosentrasinya seperti yang terlihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi.

t_c	Persentase permukaan yang kedap										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	0,149	0,189	0,229	0,269	0,309	0,350	0,390	0,430	0,470	0,510	0,550
20	0,236	0,277	0,318	0,360	0,401	0,442	0,483	0,524	0,566	0,607	0,648
30	0,287	0,329	0,372	0,414	0,457	0,499	0,541	0,584	0,626	0,669	0,711
45	0,334	0,377	0,421	0,464	0,508	0,551	0,594	0,638	0,681	0.73	0.768
60	0,371	0,415	0,458	0,502	0,546	0,590	0,633	0,677	0,721	0,764	0,808
75	0,398	0,442	0,486	0,530	0,574	0,618	0,661	0,705	0,749	0,793	0.837
90	0,422	0,465	0,509	0,552	0,596	0,639	0,682	0,736	0,769	0,813	0,856
105	0,445	0,487	0,530	0,572	0,615	0,657	0,699	0,742	0,784	0,827	0,869
120	0,463	0,505	0,546	0,588	0,629	0,671	0,713	0,754	0,796	0,837	0,879

Sumber : (Wesli, 2008).

2.7.1.Kecepatan Aliran

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

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.15)$$

Dimana:

R = Radius hidrolik

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien *Manning*

Kecepatan aliran metode *Manning* dalam waktu tertentu juga dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6: Nilai Koefisien *Manning*

Bahan	Koefisien *Manning* (*n*)
Besi tuang lapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : (Triatmodjo, 1993).

2.8. 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 (2.16) berikut ini.

$$C_s = \frac{2\,T_c}{2\,T_c + T_d} \quad \text{.....} \quad (2.16)$$

dimana:

C_s = koefisien tampungan

T_c = waktu konsentrasi (jam)

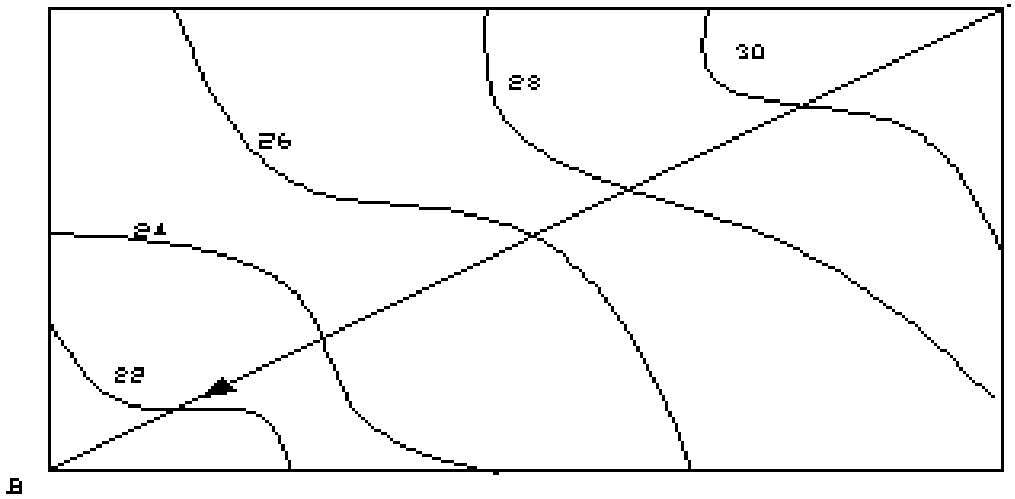
T_d = waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

2.9. Waktu Konsentrasi

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

Waktu konsentasi terdiri dari 2 (dua) bagian:

a. Waktu pemasukan (*inlet time*) atau *time of entry* yaitu waktu yang dibutuhkan oleh aliran permukaan untuk masuk ke saluran.
b. Waktu pengaliran (*Conduit Time*) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Contoh Saluran A – B pada suatu daerah pengaliran.
Sumber : (Suyono, 1976)

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

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

Waktu pemasukan (*inlet time*) dipengaruhi oleh:

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

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

Waktu pengaliran (*time of flow*) tergantung pada perbandingan panjang saluran dan kecepatan aliran. Menurut rumus empiris dari Kirpich yang diasumsikan dari rumus *Manning* untuk koefisien kekasaran rata - rata dan jari-jari hidraulis yang berlaku umum. Waktu konsentrasi juga dapat dihitung dengan rumus:

$$t_c = \left(\frac{0{,}87\ x\ L^2}{1000\ x\ S}\right) \qquad (2.17)$$

Dimana:

t_c = Waktu konsentrasi

L = Panjang maksimum aliran (meter)

S = Beda tinggi antara titik pengamatan dengan lokasi terjauh pada Daerah pengaliran dibagi panjang maksimum aliran atau kemiringan dasar saluran.

2.10. Perhitungan Debit Banjir (Q)

Cara untuk menetukan 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:

$$Q = 0{,}00278.\ C.I.A \qquad (2.18)$$

Dimana:

Q = Debit (m^3/debit)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

C = Koefisien pengaliran

2.10.1. Perhitungan Debit Rencana

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

a. 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:

$$Q = 0{,}00278\ C.I.A \quad (2.19)$$

di mana:

Q = debit dalam m^3/ det

A = luasan daerah aliran dalam Ha

I = intensitas curah hujan dalam mm/ jam, C = angka pengaliran.

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:

$$Q = 0{,}00278\ C.C_s.I.A \quad (2.20)$$

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

$$C_s = \frac{2\ T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.21)$$

di mana:

Cs = koefisien tampungan,

T_c = waktu konsentrasi (jam)

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