

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Kabupaten Rokan Hulu saat ini berlangsung sangat pesat disemua sektor. Hal ini diindikasikan dengan penambahan jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi dan sektor jasa, antara lain perkembangan pembangunan pemukiman penduduk, kantor pemerintahan, pusat perbelanjaan dan pertokoan yang terus berkembang keseluruh pelosok kota yang secara langsung berdampak terhadap perubahan tata guna lahan. Dengan dinamika perkembangan Kota Pasir Pengaraian dijadikan sebagai pusat kota saat ini sangat berpengaruh terhadap sistem jaringan drainase perkotaan.

Banjir merupakan kondisi umum yang terjadi di Kota Pasir Pengaraian khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kecamatan dan desa di Kabupaten Rokan Hulu mengalami bencana banjir. Kondisi ini hampir setiap tahun terjadi, namun permasalahannya sampai saat ini belum terselesaikan, bahkan cenderung meningkat baik frekuensi, luasan, kedalaman maupun durasinya yang sangat mengganggu aktifitas masyarakat.

Permasalahan banjir atau genangan air menjadi pemikiran dan perhatian dari berbagai pihak, ini disebabkan minimnya saluran drainase di dalam kabupaten kota maupun kecamatan. Oleh karena itu, cukup mempengaruhi kehidupan masyarakat baik dalam hal kesehatan, keindahan, ekonomi maupun sosial budaya.

Berdasarkan survai di lapangan jalan Desa Rambah Utama di Dusun 2 yang merupakan salah satu jalan protokol di Desa Rambah Utama belum memiliki sistem drainase yang baik. Beberapa bagian ruas jalan terdapat drainase alami sepanjang 500 meter yang mengalami pendangkalan karena endapan tanah dan juga mengalami penyumbatan saluran sehingga apabila turun hujan drainase yang ada tidak mampu menampung debit hujan hingga melimpah ke akses jalan. Kondisi ini tentu saja sangat mengganggu aktifitas pengguna jalan dan kelancaran arus lalu lintas serta penduduk dusun yang tinggal di sekitar dusun.

Upaya memperbaiki dan menambah jaringan drainase terus dilakukan oleh pemerintah Desa Rambah Utama setiap tahun mengalokasikan dana desa untuk

kegiatan infrastruktur drainase di Dusun 2. Meskipun masalah banjir belum teratasi dengan baik namun dengan perbaikan sistem drainase yang ada, frekuensi kejadian banjir dapat dikurangi. Dalam merencanakan drainase perkotaan harus diusahakan agar dapat memperoleh dimensi yang ekonomis dan memenuhi aspek teknis yaitu kemudahan pelaksanaan, stabilitas saluran, debit yang dialirkan, frekuensi hujan dan lain-lain.

Beberapa metode yang digunakan dalam analisis frekuensi data hidrologi yaitu metode Gumbel dan log Person III. Metode Gumbel menggunakan faktor-faktor *reduced mean* (Y_n), *reduced standart deviation* (S_n) dan *reduced variate* (Y_t), sedangkan pada metode log Person III memiliki faktor koefisien kemencengan untuk perhitungan periode ulang T tahun.

Penulisan skripsi ini dilakukan berdasarkan pada keinginan untuk merencanakan dimensi drainase di jalan Desa Rambah Utama Dusun 2 Kecamatan Rambah Samo dengan menggunakan metode Gumbel.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan ini adalah berapa besar dimensi saluran drainase dengan bentuk penampang persegi di Jalan Desa Rambah Utama Dusun 2 Kecamatan Rambah Samo menggunakan metode Gumbel ?.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini adalah ingin mengetahui besar dimensi saluran drainase dengan bentuk penampang persegi di Jalan Desa Rambah Utama Dusun 2 Kecamatan Rambah Samo menggunakan metode Gumbel.

1.4 Manfaat Penulisan

Penulisan ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi instansi berwenang agar dapat secepatnya membangun saluran drainase permanen di Jalan Desa Rambah Utama Dusun 2 Kecamatan Rambah Samo menggunakan metode Gumbel sehingga kawasan tersebut terhindar dan aman untuk dilalui dari genangan air.

1.5 Batasan Penulisan

Batasan masalah dalam penulisan ini yaitu:

1. Daerah lokasi perencanaan drainase dibatasi hanya pada 500 meter di Dusun 2 Desa Rambah Utama Kecamatan Rambah Samo.
2. Metode untuk menghitung frekuensi hujan menggunakan Gumbel.
3. Data curah hujan yang digunakan yaitu tahun 2015 - 2024.
4. Bentuk penampang rencana drainase menggunakan bentuk persegi.
5. Perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe.
6. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan rumus Rasional.
7. Perhitungan kecepatan aliran menggunakan rumus Manning.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penulisan Terdahulu

Penulisan jurnal tentang masalah drainase telah banyak dilakukan, berikut beberapa jurnal yang diambil sebagai dasar tinjauan pustaka antara lain:

1. Sirayan dkk tahun 2024, dengan judul “Perencanaan Saluran Drainase Pada Ruas Jalan Wasu – Oma Kabupaten Maluku Tengah, Dalam perencanaan saluran drainase ruas Wasu – Oma”, Penulis menggunakan metode Gumbel dan Log Person III dalam analisisnya. Dari hasil perhitungan debit hujan pada ruas Jalan Wasu – Oma sebesar 20.498 m³/detik. Pada perencanaan dimensi saluran drainase periode ulang 10 tahun, lebar bagian atas saluran 32 cm, lebar bagian bawah saluran 21 cm, dan kedalaman saluran 46 cm. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun drainase tersebut adalah Rp. 51.026.000,00.
2. Fauzi tahun 2022, dengan judul “Perencanaan Saluran Drainase Untuk Mencegah Banjir Di Desa Lanto Jaya”. Tujuan penelitian yaitu menghitung debit banjir rencana akibat curah hujan yang terjadi, menganalisis saluran drainase saat ini masih mampu untuk menampung debit banjir rencana, dan merencanakan dimensi saluran drainase yang ekonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit untuk perencanaan drainase terdiri dari debit Q hujan = 0,60 m³ /detik dan Q limbah = 0,0958 m³ /detik sehingga Q total = 0,6958 m³/detik, dimensi saluran drainase yang ada (eksisting) mampu menampung debit hujan dan limbah rumah tangga, Q saluran = 0,41 m³/detik < Q total = 0,6958, dan saluran drainase bentuk trapesium dengan dimensi lebar bawah (b) = 0,7 m, lebar atas (B) = 0,8 m, dan tinggi (h) = 0,8 m mampu menampung debit sebesar Q saluran = 0,69 m³/detik $\approx$ Q total = 0,6958 m³ /detik.
3. Mufidah dkk tahun 2022, dengan judul “Perencanaan Sistem Drainase SMKN 1 Kragilan Kabupaten Serang” Berdasarkan survey yang dilakukan langsung ke lokasi ini, kurang berfungsinya drainase alami, penyempitan dan pendangkalan saluran akibat endapan sedimen. besarnya debit pada saluran

drainase utama adalah $0,7422 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Dimensi saluran utama adalah dengan lebar dasar $B = 0,77 \text{ m}$ dan tinggi air $h = 1 \text{ m}$ dengan tinggi jagaan $w = 0,50 \text{ m}$. dari hasil perhitungan debit saluran rencana didapat $1,148 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan besarnya debit pada saluran utama $0,7422 \text{ m}^3/\text{dtk}$ sehingga dapat disimpulkan bahwa saluran drainase rencana dapat menampung debit saluran utama.

4. Firmansyah dkk tahun 2022, dengan judul “Evaluasi Perencanaan Sistem Drainase Jalan Raya Raden Wijaya Kecamatan Trowulan Kabupaten Mojokerto”. Metode pengolahan data menggunakan perhitungan secara manual sesuai dengan metode rasional untuk menghitung Debit Banjir, dan rumus manning untuk Kecepatan saluran. Setelah dilakukan perhitungan debit banjir periode ulan5 tahun maka didapat dimensi saluran ekonomis untuk saluran drainase utama adalah dengan lebar dasar $B = 1.20 \text{ m}$ dan tinggi saluran $H = 1.40 \text{ m}$ dengan penampang melintang saluran berbentuk persegi empat.
5. Nugroho dkk tahun 2021, dengan judul “Perencanaan Ulang Sistem Saluran Drainase di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik”. Tujuan penelitian ini untuk merancang sistem drainase di Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah: 1) Banjir yang terjadi disebabkan oleh banyaknya wilayah yang belum memiliki sistem jaringan drainase yang terpadu dengan baik. 2) Kecepatan aliran rencana untuk drainase sekunder adalah $1,93\text{--}3,19 \text{ m/s}$. Dimensi saluran drainase sekunder berbentuk persegi panjang dengan variasi lebar $0,94\text{--}2,28 \text{ m}$ dan tinggi saluran $0,47\text{--}1,14 \text{ m}$. 3) Kecepatan aliran rencana untuk drainase primer adalah $2,4\text{--}4,5 \text{ m/s}$. Dimensi saluran drainase primer berbentuk persegi panjang dengan variasi lebar $0,91\text{--}1,62 \text{ m}$ dan tinggi saluran $0,5\text{--}0,8 \text{ m}$.
6. Pratama tahun 2021, dengan judul “Perencanaan Saluran Drainase Metode Rasional (Studi Kasus Saluran Drainase Komplek Universitas Islam Kuantan Singingi)”. Tujuan dari penelitian ini untuk merencanakan Dimensi Drainase di Komplek Universitas Islam Kuantan Singingi. Metode pengolahan data menggunakan perhitungan secara manual sesuai dengan metode rasional untuk menghitung Debit Banjir, dan rumus manning untuk

Kecepatan saluran. Setelah dilakukan perhitungan debit banjir periode ulang 5 tahun maka didapat dimensi saluran ekonomis untuk saluran drainase utama adalah dengan lebar dasar $B = 0.80$ m dan tinggi saluran $H = 1.10$ m dengan penampang melintang saluran berbentuk persegi empat.

7. Canubry dkk tahun 2021, dengan judul “Perencanaan Saluran Drainase Perkotaan Wilayah Kecamatan Johan Pahlawan dengan Aplikasi HEC-RAS”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kapasitas tampungan saluran tersebut menggunakan aplikasi HEC-RAS, serta memberikan saran penanggulangan banjir yang efektif. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan menghitung debit banjir dengan metode Rasional Modifikasi, kemudian dilanjutkan dengan analisa hidrolika dalam Aplikasi HEC-RAS. Berdasarkan hasil analisa tersebut metode penanggulangan yang dipilih adalah metode struktural berupa normalisasi sungai. Setelah dilakukan normalisasi sungai, tidak lagi terjadi luapan banjir di sepanjang sungai.
8. Rusardi tahun 2021, dengan judul “Perancangan Dimensi Saluran Drainase Melalui Metode Rasional (Studi Kasus Drainase Di Kota Bekasi)”. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk meningkatkan aliran air secara optimal. Metode mengatasi persoalan drainase yang terjadi yaitu dengan menggunakan metode rasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan kala ulang 25 tahun pada area 62 hektar (0.62 km^2) diperoleh model drainase melalui perubahan dimensi pasangan batu yaitu panjang 438 meter, lebar bawah 1.60 meter dengan lebar atas 2.20 meter serta kedalaman 2.53 meter, untuk dimensi crossing menggunakan box culvert 2.00 meter x 2.00 meter panjang 15 meter, sedangkan dimensi konstruksi uditch 2.00 meter x 2.00 meter dengan panjang 305 meter.
9. Rihandiar dan Dikriyanto tahun 2020, dengan judul “Perencanaan Sistem Drainase Jalan Raya (studi Kasus Jalan Aria Wiratanudatar Cianjur)”. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui debit pengaliran masing-masing drainase. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Debit pengaliran (P1) = $1,27 \text{ m}^3/\text{detik}$; Debit pengaliran (P2) = $1,17 \text{ m}^3/\text{detik}$; Debit pengaliran (P3) = $1,37 \text{ m}^3/\text{detik}$.

10. Agustulusnu dkk tahun 2019, dengan judul “Evaluasi Perencanaan Saluran Drainase di Jalan Sangga Buana II Kota Palangka Raya”. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui debit saluran drainase jalan Sangga Buana. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Kedalaman basah saluran = 0,65 meter; Lebar dasar saluran = 0,65 meter; Lebar basah gorong-gorong = 0,65 meter; Kedalaman basah = 0,65 meter.

2.2 Keaslian Penulisan

Perbedaan penulisan proposal tugas akhir ini dengan penulisan yang ada sebelumnya terletak pada :

1. Lokasi penulisannya yaitu di jalan Desa Rambah Utama Dusun 2 Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu.
2. Bentuk penampang drainase yang direncanakan bentuk persegi.
3. Metode perhitungan yang digunakan memakai metode Gumbel, metode Rasional, metode Mononobe dan rumus Manning.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Definisi dan Fungsi Drainase

Menurut Suripin (2004), drainase didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu. Mardjono *et al* (1998), menyebutkan bahwa drainase merupakan suatu sistem pembuangan air lebih (*excess water*) dan air limbah (*wastewater*) yang berupa buangan air dari daerah perumahan dan pemukiman, daerah industri, pertanian, badan jalan, serta berupa penyaluran kelebihan air pada umumnya baik air hujan, air kotor maupun air lebih lainnya yang mengalir keluar dari kawasan yang bersangkutan.

Berikut ini fungsi dan kegunaan saluran drainase adalah sebagai berikut :

- a) Mengendalikan limpasan air hujan yang berlebih
- b) Menurunkan tinggi permukaan air tanah
- c) Mengendalikan erosi dan longsor pada tanah disekitar saluran drainase
- d) Menciptakan lingkungan yang bersih dan teratur
- e) Memelihara agar jalan tidak tergenang air hujan dalam waktu yang cukup lama, sehingga tidak mengakibatkan kerusakan konstruksi jalan.

Menurut Suripin (2004) bahwa fungsi saluran drainase adalah :

- a) Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir
- b) Mengalirkan air hujan secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping menuju pembuangan akhir
- c) Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan dan terhindar dari bibit penyakit
- d) Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya.

3.2 Tipe Drainase

Menurut Suharjono (1990), tipe drainase secara umum dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu :

A. Menurut sejarah terbentuknya

a. Drainase alamiah

Drainase yang terbentuk secara alamiah dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain - lain. Saluran ini terbentuk oleh terusan air yang bergerak gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase buatan

Drainase dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti drainase dari pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

B. Menurut letak bangunan

a. Drainase permukaan tanah

Saluran drainase yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan.

b. Drainase di bawah permukaan tanah

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan tertentu. Alasan itu antara lain : tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

C. Menurut fungsinya

a. *Single purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lainya.

b. *Multi purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

D. Menurut konstruksi

a. Saluran terbuka

Saluran terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non hujan yang tidak membahayakan bagi kesehatan atau mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

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

3.3 Sumber Air Buangan

Drainase melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kawasan dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah atau lewat di bawah permukaan tanah, untuk dibuang ke sungai, laut atau danau. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah domestik maupun air limbah industri. Oleh karena itu, drainase kawasan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan lain-lain (Gunadarma, 1997). Secara umum sumber air buangan kota dibagi dalam beberapa kelompok, yaitu : dari rumah tangga, perdagangan, industri sedang dan ringan, pendidikan, kesehatan, tempat peribadatan dan sarana rekreasi.

Dalam perencanaan, estimasi mengenai total aliran air buangan dibagi dalam tiga hal yaitu :

- a) Air buangan domestik : maksimum aliran air buangan domestik untuk daerah yang dilayani pada periode waktu tertentu
- b) *Infiltrasi* air permukaan (hujan) dan air tanah (pada daerah pelayanan dan sepanjang pipa)
- c) Air buangan industri dan komersial : tambahan aliran maksimum dari daerah-daerah industri dan komersial.

3.4 Permasalahan Drainase

Banjir merupakan kejadian bencana yang sering terjadi di Indonesia, khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami bencana banjir. Peristiwa ini hampir setiap tahun berulang, namun permasalahan banjir sampai saat ini belum terselesaikan, bahkan cenderung makin meningkat baik frekuensinya, luasannya, kedalamannya, maupun durasinya.

Menurut Suripin (2004), jika dirunut ke belakang bahwa akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari beberapa aspek, yaitu :

1. Pertambahan penduduk

Pertambahan penduduk yang cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi acak-acakan.

2. Pemanfaatan lahan yang tidak tertib

Pemanfaatan lahan yang tidak tertib menyebabkan persoalan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks.

3. Tingkat kesadaran masyarakat yang masih rendah

Kesadaran masyarakat yang rendah dan masih abai terhadap penting dan perlunya memecahkan permasalahan yang dihadapi kota. Sebagian besar masyarakat masih terfokus pada permasalahan yang lebih penting dan mendesak seperti pemenuhan kebutuhan primer.

4. Kesadaran terhadap hukum, perundangan dan kaidah-kaidah yang berlaku

Belum konsistennya pelaksanaan hukum, ini timbul karena proses pembangunan yang selama ini berlangsung kurang melibatkan masyarakat secara aktif, mulai dari segala kebijakan publik harus melibatkan masyarakat baik berupa bangunan fisik maupun non fisik, sejak awal munculnya infrastruktur sampai dengan pengoperasiannya.

3.5 Persyaratan Perencanaan Drainase

Berdasarkan pedoman tata cara perencanaan drainase permukaan jalan (SNI-03-3424-1994) persyaratan tentang perencanaan drainase adalah :

1. Perencanaan drainase harus sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuang air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna.
2. Pemilihan dimensi dari fasilitas drainase harus mempertimbangkan faktor ekonomi dan faktor keamanan.
3. Perencanaan drainase harus mempertimbangkan pula segi kemudahan dan nilai ekonomis terhadap pemeliharaan sistem drainase tersebut.

4. Perencanaan drainase ini tidak termasuk untuk sistem drainase areal, tetapi harus diperhatikan dalam perencanaan terutama untuk tempat air keluar.

3.6 Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidak pastian dalam hidrologi, keterbatasan teori dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi (Suripin, 2004). Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air dialam kita ini. Secara khusus menurut SNI No. 1724-1989, hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air diatas, pada permukaan, dan didalam tanah. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, diatas dan dibawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup air laut yang merupakan sumber dan menyimpan air yang mengaktifkan kehidupan diplanet bumi ini.

Menurut Harto (1993) beberapa kesalahan yang sangat sering dijumpai dalam data hidrologi antara lain :

1. Jaringan stasiun hujan

Jumlah stasiun hujan dalam suatu DAS akan menentukan kecermatan informasi data hujan yang akan digunakan dalam analisis.

2. Kelengkapan data hujan

Setiap upaya pengumpulan data hujan, hampir selalu dijumpai sejumlah data yang hilang. Data yang hilang tersebut harus diperlakukan dengan cara yang benar agar dalam analisis selanjutnya kesalahan yang terjadi dapat dikurangi.

3. Panjang data hujan

Selain kelengkapan data, panjang data hujan yang tersedia berpengaruh terhadap kecermatan suatu jenis hitungan tertentu, antara lain ketelitian terhadap analisis frekuensi.

4. Kepanggahan data

Kepanggahan (konsistensi) data merupakan salah satu syarat mutlak bagi satu seri data hujan, sebelum data tersebut dianalisis lebih jauh. Data dari setiap stasiun hujan harus diuji dengan cara-cara yang berlaku sehingga apabila diperlukan, dapat dilakukan perlakuan khusus terhadap data tersebut.

5. Cara analisis

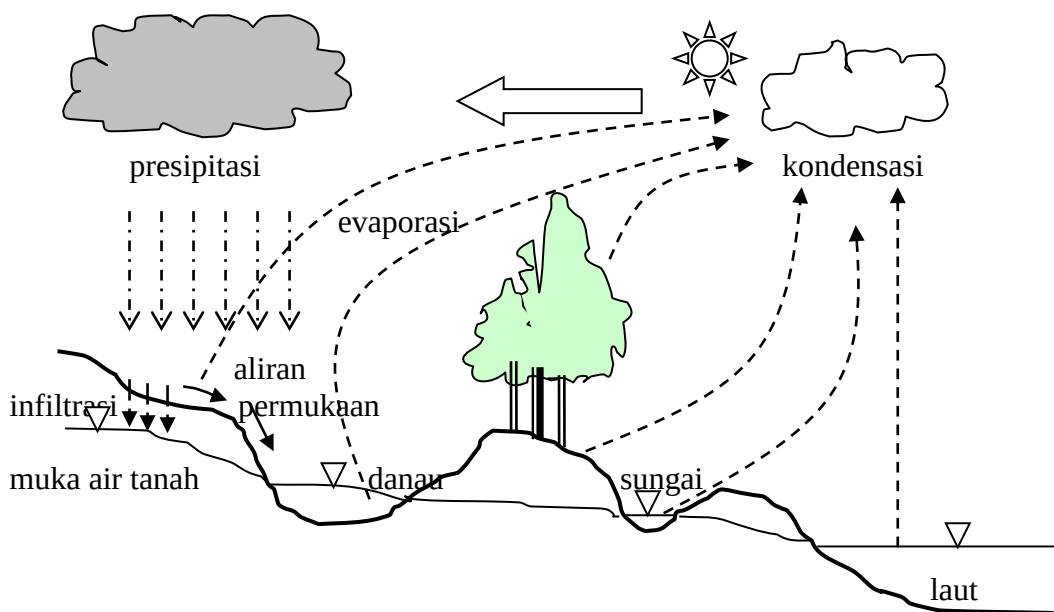
Prosedur analisis yang dilakukan harus dipilih dengan tepat dan mengikuti cara-cara terbaru yang dikenal dalam hidrologi.

3.6.1 Siklus hidrologi

Siklus hidrologi adalah gerakan seluruh air ke udara yang kemudian jatuh ke permukaan tanah dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Secara keseluruhan jumlah air di bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawalanya dan kapan akan berakhir.

Sedangkan Siklus hidrologi merupakan salah satu aspek yang diperlukan pada proses analisis hidrologi. Siklus hidrologi menurut Suyono (2006), adalah air yang menguap keudara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah memulai beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju kepermukaan laut atau daratan. Sedangkan siklus menurut Soemarto (1987), adalah gerakan air laut, yang kemudian jatuh kepermukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.

Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (presipitation), penguapan (evaporation). Secara skematis proses siklus hidrologi disajikan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Siklus hidrologi

3.6.2 Durasi hujan

Durasi hujan adalah waktu yang diperlukan untuk terjadinya hujan dengan intensitas tertentu. Durasi hujan sering digunakan dalam perencanaan dan analisis hidrologi, terutama dalam desain sistem drainase, penanganan banjir, dan pengelolaan sumber daya air (World Meteorological Organization, 2019). Durasi hujan adalah lamanya kejadian hujan yang dinyatakan dalam menit, jam, hari dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase, durasi hujan sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi khususnya untuk drainase perkotaan yang mana memerlukan durasi hujan yang relatif pendek, mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan (Gunadarma, 1997). Untuk perencanaan drainase perkotaan di lokasi penelitian durasi hujan diambil $t = 4$ jam (Departemen Pekerjaan Umum, 1990).

Menurut ASCE (1996), durasi hujan dapat dikelompokkan dalam beberapa bagian, yaitu :

1. Durasi hujan singkat (Waktu hujan yang berlangsung kurang dari 1 jam).
2. Durasi hujan menengah (Waktu hujan yang berlangsung antara 1 - 6 jam).
3. Durasi hujan Panjang (Waktu hujan yang berlangsung lebih dari 6 jam).

Menurut USDA (1986), faktor yang mempengaruhi durasi hujan adalah :

1. Intensitas hujan: Besar intensitas hujan mempengaruhi durasi hujan.
2. Luas daerah: Ukuran daerah yang diperhitungkan mempengaruhi durasi hujan.
3. Kemiringan tanah: Kemiringan tanah mempengaruhi aliran air dan durasi hujan.
4. Kondisi tanah: Kondisi tanah mempengaruhi infiltrasi air dan durasi hujan.

3.6.3 Curah hujan rencana

Curah hujan rencana adalah hujan terbesar yang mungkin terjadi disuatu daerah pada periode ulang tertentu yang dipakai sebagai dasar perhitungan perencanaan suatu bangunan. Sebelum penentuan dimensi saluran drainase perlu dilakukan perhitungan curah hujan rencana untuk ditransformasikan menjadi debit rencana (SNI, 1994). Frekuensi curah hujan adalah memilih distribusi yang mewakili sifat-sifat statistik sebaran data debit aliran drainase atau data hujan.

Dalam hal ini dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi yang dipakai dalam analisis curah hujan antara lain metode Normal, metode Log Normal, metode Log Person III, dan metode Gumbel.

3.6.4 Metode Gumbel

Distribusi Gumbel merupakan suatu cara perhitungan menurut statistik untuk menetapkan curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu. Langkah-langkah perhitungan dalam pemakaian metode Gumbel adalah :

1. Mencari data curah hujan maksimum tahunan (R_i) sebanyak n tahun
2. Mencari nilai rata-rata (*mean*)

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots (3.1)$$

3. Mencari nilai standar deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.2)$$

4. Mencari nilai *reduced mean* (Y_n), *reduced standard deviation* (S_n) dan *reduced variate* (Y_t) dalam tabel
5. Mencari nilai curah hujan rancangan (R_t)

$$X_{Tr} = \bar{X} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} S_x \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

X_{tr} = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

$\bar{X}$ = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S_x = Standar deviasi

$\sum x_i$ = Jumlah curah hujan

n = Jumlah tahun yang ditinjau

Y_n = *Reduced mean*

Y_t = *Reduced variate*

S_n = *Reduced standard deviation*

Besarnya nilai angka pada Y_t , Y_n , dan nilai S_n dengan periode ulang tertentu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Reduced Variate (Yt)

Periode Ulang (Tahun)	Nilai (Yt)
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012

(sumber: SNI-03-3424, 1994)

Tabel 3.2 Reduced Mean (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5520
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.553	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599

(sumber: SNI-03-3424, 1994)

Tabel 3.3 Reduced Standard Deviation (Sn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9697	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0441	1.0493	1.0565
20	0.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1044	1.1047	1.1086
30	0.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	0.1413	1.1416	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	0.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	0.1747	1.1757	1.1777	1.1782	1.1792	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	0.1854	1.1862	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1903	1.1915	1.1923	1.1930
80	0.1983	1.1945	1.1955	1.1958	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	0.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060

(sumber: SNI-03-3424, 1994)

3.6.5 Intensitas hujan

Intensitas hujan adalah besarnya jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu (Gunadarma, 1997). Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Data hujan yang digunakan untuk menghitung curah hujan dengan berbagai periode ulang (curah hujan rencana) adalah hujan harian maksimum tahunan. Hal ini mengakibatkan curah hujan yang diperoleh adalah curah hujan per 24 jam. Untuk perencanaan drainase jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka waktu 10 tahun terakhir.

Untuk perencanaan drainase perkotaan dilokasi penelitian durasi hujan diambil $t = 4$ jam (Gunadarma, 1997). Besarnya intensitas hujan dapat ditempuh dengan cara empiris menggunakan beberapa metode yang ada yaitu:

1. Mononobe

$$I = \frac{RT}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{0,67} \dots\dots\dots (3.4)$$

2. Talbot

$$i = \frac{a}{t + b} \dots\dots\dots (3.5)$$

3. Sherman

$$i = \frac{a}{t^b} \dots\dots\dots (3.6)$$

4. Ishiguro

$$i = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Menurut SNI-03-3424-1994, intensitas hujan dihitung berdasarkan data :

1. Data curah hujan

Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan diperoleh dari lembaga Meteorologi dan Geofisika, jumlah data curah hujan paling sedikit 10 tahun.

2. Periode ulang

Dalam merencanakan suatu sistem drainase perkotaan digunakan beberapa klasifikasi periode hujan daerah-daerah tertentu, dimana penentuan tersebut didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan ekonomis. Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai periode ulang tertentu. Klasifikasi periode hujan untuk perkotaan adalah:

- a) 2 tahun untuk daerah-daerah perkotaan dan perumahan
- b) 5 tahun untuk daerah perdagangan
- c) 10 tahun untuk daerah jalur hijau dan lapangan terbuka.

Klasifikasi periode curah hujan di atas merupakan klasifikasi umumnya untuk daerah-daerah beriklim tropis. Untuk perhitungan perencanaan drainase, pengendalian banjir dan lain-lain memerlukan frekuensi kejadian hujan, analisis frekuensi ini bertujuan untuk menentukan masa ulang dari peristiwa hidrologi yang besarnya antara lain besarnya hujan rencana 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun dan 100 tahun sesuai dengan kebutuhan rencana bersangkutan.

3. Lamanya waktu curah hujan

Ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen, bahwa hujan terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan 24 jam. Frekuensi kejadiannya dihitung dengan rumus Mononobe.

3.6.6 Daerah tangkapan hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja. Mengingat curah hujan bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan suatu wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau di sekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004).

Ada tiga macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan (Suripin, 2004), yaitu :

1) Rata-rata aljabar

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata atau hampir merata.

2) Metode poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang. Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500-5000 km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

3) Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Dengan kata lain, asumsi metode Thiessen yang menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi. Metode Isohyet cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5000 km².

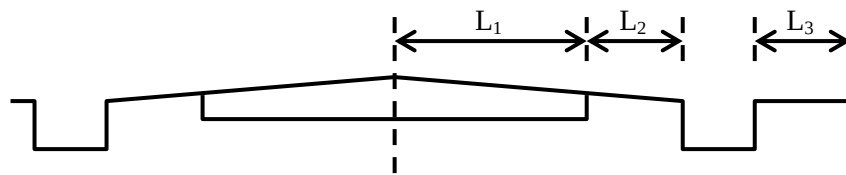
3.6.7 Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik control yang ditentukan di bagian hilir saluran (Gunadarma, 1997). Ada beberapa hal yang menentukan lamanya waktu konsentrasi adalah : ciri daerah aliran, kemiringan daerah aliran, besarnya aliran langsung, panjang jarak terjauh yang harus ditempuh oleh titik air hujan sebelum mencapai saluran.

Untuk menentukan lamanya waktu mengalir di dalam saluran ditentukan dengan persamaan rumus yang sesuai dengan keadaan salurannya. Untuk saluran buatan nilai kecepatan aliran dapat dimodifikasi berdasarkan nilai kekasaran dinding saluran menurut Manning, Chezy dan lain-lain.

3.6.8 Daerah pengaliran

Batas daerah pengaliran tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya ditetapkan seperti pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Daerah pengaliran
(sumber: SNI-03-3424, 1994)

dimana :

L = batas daerah pengaliran yang diperhitungkan ($L_1 + L_2 + L_3$)

L_1 = ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L_2 = ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan

L_3 = tergantung dari keadaan setempat dan panjang maksimum 100 m.

3.6.9 Koefisien pengaliran

Koefisien pengaliran adalah suatu koefisien yang menunjukkan perbandingan antara besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi lahan. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari. Bila daerah

pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda. Nilai koefisien pengaliran suatu daerah tidaklah tetap sepanjang tahun, tetapi berubah sesuai dengan kejenuhan tanah.

Faktor yang mempengaruhi besarnya aliran pada saluran antara lain :

1. Keadaan hujan.
2. Luas dan bentuk aliran.
3. Tingkat kejenuhan tanah.
4. Daya tampung saluran dan sekitarnya.
5. Kemiringan daerah aliran dan dasar saluran.

Dengan adanya faktor-faktor di atas, maka akan terjadi harga koefisien pengaliran (C) yang berubah-ubah pula dari waktu ke waktu sesuai dengan perubahan faktor-faktor yang bersangkutan. Untuk itu lebih amannya harga C diambil untuk tanah jenuh pada waktu permulaan hujan. Harga koefisien pengaliran suatu daerah tidaklah tetap sepanjang tahun, tetapi berubah sesuai dengan kejenuhan tanah. Harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan:

$$C = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + C_3 \times A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

C = Koefisien pengaliran gabungan

C₁, C₂, C₃ = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A₁, A₂, A₃ = Luas daerah pengaliran dengan kondisi permukaannya (km²).

Hubungan antara koefisien pengaliran dengan beberapa kondisi yang disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 3.4 Koefisien pengaliran metode Rasional untuk daerah perkotaan

Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran
Daerah perniagaan	0,90 – 0,95
Daerah industry	0,80 – 0,90
Perumahan :	
▪ Tidak rapat = 20 rumah/Ha	0,25 – 0,40
▪ Sedang = 20 – 60 rumah/Ha	0,40 – 0,70
▪ Rapat = 60 – 160 rumah/Ha	0,70 – 0,80
▪ Taman dan daerah rekreasi	0,20 – 0,30
▪ Jalan berasphal	0,85 – 0,95

(sumber : Hasmar, 2002)

Tabel 3.5 Koefisien pengaliran sesuai tata guna lahan

Kawasan	Tata guna lahan	C
Perdagangan	a) Pusat perdagangan	0,70 – 0,95
	b) Daerah sekitarnya	0,50 – 0,70
Industri	a) Kurang padat	0,50 – 0,80
	b) Padat	0,60 – 0,90
Pemukiman	a) Pemukiman dengan sedikit tanah terbuka	0,65 – 0,80
	b) Perumahan	0,50 – 0,70
	c) Pemukiman dengan tanah terbuka dan taman	0,30 – 0,50
Daerah hijau dan lain-lain	a) Taman dan lapangan batu	0,10 – 0,25
	b) Lapangan atletik	0,20 – 0,35
	c) Lapangan golf	0,20 – 0,40
	d) Sawah dan hutan	0,10 – 0,30

(sumber : Subarkah, 1980)

Tabel 3.6 Hubungan kondisi permukaan tanah dengan koefisien pengaliran

No	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3	Bahu jalan :	
	a. Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	b. Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	c. Batuan massif keras	0,70 – 0,85
	d. Batuan massif lunak	0,60 – 0,75
4	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5	Daerah pinggiran kota	0,60 – 0,70
6	Daerah industri	0,60 – 0,90
7	Pemukiman padat	0,40 – 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10	Persawahan	0,45 – 0,60
11	Perbukitan	0,70 – 0,80
12	Pegunungan	0,75 – 0,90

(sumber: SNI-03-3424, 1994)

3.7 Hidrolika

3.7.1 Bangunan penunjang

Saluran drainase dapat berfungsi dengan baik jika didukung dengan bangunan-bangunan penunjang ditempat-tempat tertentu. Bangunan penunjang yang digunakan dalam perencanaan drainase umumnya adalah gorong-gorong. Gorong-gorong adalah saluran tertutup yang berfungsi untuk mengalirkan air, dan biasanya melintang jalan (SNI-03-3424, 1994).

3.7.2 Kecepatan aliran

Menurut Bambang Triatmojo (2008), kecepatan aliran (velocity) adalah: adalah laju pergerakan air dalam saluran atau sungai, yang diukur dalam satuan panjang per satuan waktu, seperti meter per detik (m/s) atau kilometer per jam (km/jam). Dalam menentukan kecepatan dalam saluran perlu menjadi perhatian yaitu dasar saluran tidak boleh tergores akibat aliran air dan tidak terjadi endapan lumpur yang dapat mengakibatkan pendangkalan, untuk itu kecepatan aliran harus dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

- 1) Tidak boleh melebihi kecepatan erosi
- 2) Tidak boleh kurang dari kecepatan angkut
- 3) Untuk tanah liat yang keras, kecepatan maksimum kira-kira 0,9 m/dtk
- 4) Untuk tanah berpasir, kecepatan maksimum kira-kira 0,5 m/dtk.

Menurut Bambang Triatmojo, beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran adalah sebagai berikut:

1. Kemiringan saluran atau sungai
2. Kedalaman air
3. Lebar saluran atau sungai
4. Kekasaran dasar saluran atau sungai
5. Debit air

Umumnya kecepatan aliran rata-rata diambil antara 0,50 – 0,70 m/dtk. Kecepatan air pada saluran dihitung dengan rumus kecepatan aliran seragam:

Rumus Manning

$$V = \frac{1}{n} \times \left(R^{\frac{2}{3}} \right) \times (S)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/detik)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis

S = Kemiringan dasar saluran yang diizinkan.

Tabel 3.7 Kecepatan aliran yang diizinkan berdasarkan jenis material

Jenis material	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

(sumber : SNI 03-3424, 1994)

Tabel 3.8 Koefisien kekasaran dari Manning

Jenis sarana drainase	Koefisien (n)
1. Tidak di perkeras	
a. tanah	0,020 – 0,025
b. pasir dan kerikil	0,025 – 0,040
c. dasar saluran batuan	0,025 – 0,035
2. Dibuat di tempat	
a. Beton	
• semen mortar	0,010 – 0,013
• beton	0,013 – 0,018
b. Batu belah	
• pasangan batu adukan basah	0,015 – 0,030
• pasangan batu adukan kering	0,025 – 0,035
3. Dipasang di tempat	
a. pipa beton sentrifugal	0,011 – 0,014
b. pipa beton	0,012 – 0,016
c. pipa bergelombang	0,016 – 0,025

(sumber : Subarkah, 1980)

Tabel 3.9 Koefisien kekasaran Manning untuk drainase perkotaan

Jenis Saluran	Koef Manning (n)
1. Saluran galian:	
a. Saluran tanah	0,022
b. Saluran pada batuan, digali merata	0,035
2. Saluran dengan lapisan perkerasan:	
a. Lapisan beton seluruhnya	0,015
b. Lapisan beton pada kedua sisi saluran	0,020
c. Lapisan blok beton pracetak	0,017
d. Pasangan batu, diplester	0,020
e. Pasangan batu, diplester pada kedua sisi saluran	0,022
f. Pasangan batu, disiar	0,025
g. Pasangan batu kosong	0,030
3. Saluran alam:	
a. Berumput	0,027
b. Semak-semak	0,050
c. Tidak beraturan, banyak semak dan pohon, batang pohon banyak jatuh ke saluran	0,150

(sumber: Mardjono, 1998)

Tabel 3.10 Hubungan kemiringan saluran dengan kecepatan aliran

Kemiringan saluran I (%)	Kecepatan rata-rata V (m/detik)
0 - < 1	0,40
1 - < 2	0,60
2 - < 4	0,90
4 - < 6	1,20
6 - < 10	1,50
10 - < 15	2,40

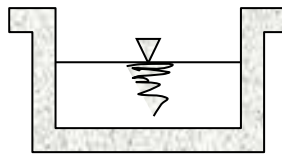
(sumber: Hasmar, 2002)

3.7.3 Geometri saluran

Dimensi saluran drainase dapat direncanakan dengan memilih bentuk penampangnya, seperti bentuk trapesium dengan berbagai kemiringan talud, bentuk persegi, bentuk lingkaran, bentuk setengah lingkaran, bentuk gabungan dan lain-lain. Pemilihan dimensi penampang drainase didasarkan pada pertimbangan kemudahan pelaksanaan, stabilitas saluran penggunaan ruang, debit yang dialirkan dan lain-lain. Berikut ini adalah penjelasan penampang drainase:

1. Saluran bentuk persegi

Saluran ini tidak banyak membutuhkan ruangan dan lahan, terbuat dari pasangan batu dan beton. Umumnya dalam pelaksanaan bentuk persegi panjang menggunakan pasangan beton yang berfungsi sebagai saluran air hujan, air buangan rumah tangga maupun saluran irigasi.



Gambar 3.3 Drainase bentuk persegi
(sumber : SNI 03-3424, 1994)

$$\text{Luas penampang (A)} = b \times h \dots\dots\dots (3.10)$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2 \times h \dots\dots\dots (3.11)$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = A/P \dots\dots\dots (3.12)$$

$$\text{Lebar dasar saluran (b)} = T \dots\dots\dots (3.13)$$

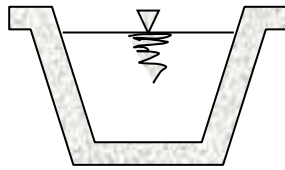
$$\text{Kedalaman saluran (h)} = b/2 \dots\dots\dots (3.14)$$

$$\text{Tinggi jagaan (w)} = \sqrt{0,5 \times h} \dots\dots\dots (3.15)$$

$$\text{Luas penampang basah (Fd)} = \frac{Qr}{V} \dots\dots\dots (3.16)$$

2. Saluran bentuk trapesium

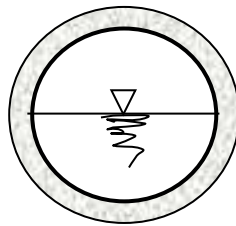
Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah, pasangan batu dan beton. Saluran ini membutuhkan ruang atau lahan yang cukup dan berfungsi untuk mengalirkan air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi. Saluran ini merupakan saluran serba guna yang sering digunakan karena mudah pekerjaannya.



Gambar 3.4 Drainase bentuk trapesium
(sumber : SNI 03-3424, 1994)

3. Saluran bentuk lingkaran

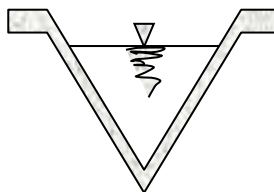
Saluran ini berupa saluran terbuat dari pasangan bata atau kombinasi pasangan pipa beton, dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan atau limbah. Saluran drainase ini berfungsi sebagai saluran air hujan, air limbah rumah tangga dan irigasi.



Gambar 3.5 Drainase bentuk lingkaran
(sumber : SNI 03-3424, 1994)

4. Saluran berbentuk segitiga

Bentuk segitiga memungkinkan air mengalir lebih cepat karena sudut yang tajam memperbesar kecepatan aliran. Saluran ini hanya dipakai pada saluran-saluran kecil, biasanya hanya untuk selokan dan laboratorium karena itu saluran ini jarang sekali digunakan.



Gambar 3.6 Drainase bentuk segitiga
(sumber : SNI 03-3424, 1994)

3.8 Debit Air Limbah Rumah Tangga

Yang dimaksud dengan debit air buangan adalah debit air kotor yang berasal dari buangan hasil aktifitas penduduk yang berasal dari limbah rumah tangga, bangunan umum atau instansi pemerintah, bangunan komersil dan sebagainya. Untuk menganalisis jumlah air kotor atau air buangan yang akan dialirkan ke saluran drainase harus diketahui jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk pada kawasan tersebut. Pada dasarnya perencanaan saluran drainase adalah untuk menampung air kotoran atau buangan penduduk suatu daerah. Untuk menghitung air untuk jumlah penduduk sama dengan air yang dibuang. Kebutuhan air rata-rata tiap orang 150 liter/hari sedangkan faktor maksimum air bersih 1,75 faktor buangan maksimum dipakai 0,90 (Suharjono, 1990).

Untuk menganalisis jumlah air kotor atau air buangan yang akan dialirkan ke saluran drainase harus diketahui jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk pada kawasan tersebut. Perhitungan jumlah kebutuhan air buangan rata-rata perhari maksimum dan debit buangan air kotor maksimum adalah:

$$Q_{\text{peak}} = P \times q_{\text{mak}} \dots\dots\dots (3.17)$$

$$P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{qm}} \dots\dots\dots (3.18)$$

Keterangan:

q_{mak} = Debit air buangan maksimum perhari (liter/detik)

Q_{peak} = Debit air puncak buangan (m^3/detik)

qm = Jumlah air buangan rata-rata perhari maksimum(liter/hari/jiwa).

3.9 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah besarnya debit banjir yang direncanakan akan terjadi pada periode ulang tertentu. Debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu dapat dihitung dengan menggunakan data debit sungai dan dapat pula dengan data curah hujan. Untuk menghitung debit banjir rencana pada daerah perkotaan pada umumnya dikehendaki pembuangan air secepatnya agar jangan ada genangan air. Ada beberapa metode yang digunakan untuk menganalisis debit banjir rencana. Metode analisis debit banjir dapat diklasifikasikan berdasarkan pada luas DAS yang akan ditinjau sebagaimana dimuat dalam tabel berikut.

Tabel 3.11 Metode analisis debit banjir rencana dan luas DAS

Luas DAS (km ²)	Metode yang umum digunakan dalam analisis banjir rencana
< 2,5	Pendekatan infiltrasi, metode Rasional
< 250	Metode Rasional, hidrograf satuan, analisis frekuensi, hubungan puncak banjir dan areal drainase
250 – 5000	Hidrograf satuan, analisis frekuensi, hubungan puncak banjir dan areal drainase
> 5000	Penelusuran banjir, hidrograf satuan, analisis frekuensi, hubungan puncak banjir dan areal drainase

(sumber: Karuniadi, 2005)

Perhitungan debit rencana untuk drainase di daerah perkotaan menurut Suripin (2004) dapat diklasifikasikan berdasarkan pada luas DAS yang akan ditinjau dan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.12 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan

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

(sumber: Suripin, 2004)

Debit pengaliran dihitung dengan menggunakan metode Rasional, adapun rumusnya adalah sebagai berikut (SNI-03-3424-1994):

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (3.19)$$

Keterangan:

Q = Debit maksimum (m³/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran/*catchment* area (Ha).