

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama pengarang jurnal	Metode Penelitian	Judul Jurnal	Hasil Dan Penelitian	Tahun Jurnal
1.	Deki Romadon	Observasi	Analisa Kelayakan Drainase Didepan Citi Mall Kecamatan Baturaja Timur Kabupaten Ogan Komering Ulu	Berdasarkan hasil analisa hidrologi terhadap drainase di depan Citi Mall Baturaja Desa Tanjung Baru Kecamatan Baturaja Timur Kabupaten Ogan Komering Ulu, maka didapat beberapa kesimpulan yaitu hasil perhitungan menggunakan Metode Distribusi Log Pearson Type III, dengan data curah hujan 10 tahun (2013 - 2022), ternyata besarnya curah hujan untuk rencana periode 20 tahun yang didapat yaitu sebesar 5,9183 mm dengan intensitas hujan 6,2785 mm/jam. Pada analisa perhitungan kapasitas saluran, $Q_{maksimum}$ 0,42604 m ³ /detik < $Q_{saluran}$ 0,66553 m ³ /detik, dapat dilihat bahwa debit maksimum lebih kecil dari pada debit saluran, berarti saluran tersebut masih mampu menampung aliran	2022

				air pada drainase tersebut. Yang penyebab terjadi genangan air di depan Citi Mall disebabkan karena ada drainase yang rusak di area lahan parkir Citi Mall dan ada rumput liar dan sampah di drainase yang ada didepan. Adanya penurunan tanah yang ada di lahan parkir Citi Mall yang menyebabkan air tersumbat atau tidak mengalir.	
2.	Taufik Soninga	Observasi	Studi Analisa Kelayakan Kapasitas Saluran Drainase	Data penelitian suatu fakta atau informasi yang didalam bentuk angka-angka atau kata kata yang digunakan sebagai bahan analisis sebuah penelitian. Untuk mengetahui gambaran yang lebih jelas saluran drainase pada daerah tinjauan penelitian yang menunjukkan denah lokasi studi dan arah aliran yang diinterpretasikan dari topografi dan pengamatan dilapangan. Kondisi saluran drainase ekisting secara umum sistem drainase di wilayah pasar rakyat bastiong masih digunakan sistem drainase gabungan dimana pembuangan air limbah, air hujan dan sebagai saluran	2021

				irigasi dialirkan melalui satu saluran drainase. Kondisi saluran drainase yang sempit dan penumpukan sedimentasi dan tumpukan sampah dalam jumlah yang cukup besar pada saluran sehingga aliran air tertahan hingga dinyatakan tidak layak karena saluran yang sempit dan sumbatan sampah mengakibatkan luapan air disekitarnya.	
3.	Muhamad Taufik, Agung Setiawan, Imam Prasetyo	Observasi	Analisis Sistem Drainase Untuk Mengatasi Banjir	Saluran drainase berupa saluran interseptor. Direncanakan panjang saluran pertama adalah 1.082 m berbentuk persegi empat dengan tinggi saluran 1 m, lebar saluran 1,5 m yang mampu mengalirkan debit tampungan (Q_{s5}) sebesar 5,5307 m³ /detik, dan untuk panjang saluran kedua adalah 588 m berbentuk persegi empat dengan tinggi saluran 1 m, lebar saluran 1,5 m yang mampu mengalirkan debit tampungan (Q_{s5}) sebesar 5,2236 m³ /detik. Faktor yang paling mempengaruhi besarnya debit banjir rencana adalah luasnya daerah tangkapan air hujan dengan luas keseluruhan 172,721 ha dan tingginya curah hujan	2020

				R24 kala ulang 5 tahun yang mencapai 169,021 mm. Penyebab terjadinya banjir yang terjadi di desa Bojongsari disebabkan lokasi. Debit banjir rancangan atau debit rencana (QT5) di blok pertama sebesar 5,5291 m ³ /detik dan di blok kedua sebesar 5,2225 m ³ /detik.	
4.	Ady Purnama dan Dini Eka Saputri	Observasi	Studi Kelayakan Saluran Drainase Jalan Sultan Kaharuddin KM.02 Kabupaten Sumbawa	Kapasitas penampungan pada saluran drainase jalan sultan kaharuddin tidak memenuhi untuk menampung debit rencana kala ulang 5 tahun. Model desain dimensi saluran berupa saluran terbuka berpenampang mencoba untuk melakukan normalisasi saluran dibandingkan dengan debit rencana maka dimensi saluran hasil normalisasi masih tidak mampu memenuhi kapasitas debit sesuai dengan dengan rencana kala ulang tahun 5 tahun, maka dari itu perlu dilakukan desain ulang saluran rencana yang tepat agar banjir atau genangan air tidak ada lagi pada ruas jalan sultan kaharuddin KM.02 dengan hasil analisa didapatkan dimensi untuk saluran kanan sebesar B= 1.2	2016

				m, b= 0,5 m, h= 1 m, dengan debit yang dapat ditampung sebesar $26.4039 \text{ m}^3/\text{dt}$, pada saluran kiri B= 1 m, b= 0,5 m, h= 1 m, dengan debit rencana yang dapat ditampung sebesar $26.4039 \text{ m}^3/\text{dt}$. Debit hasil rencana ulang dimensi saluran sebesar dari debit rencana selama 5 tahun yaitu pada saluran kanan = $0.4383 \text{ m}^3/\text{dt}$, saluran kiri = $0.4415 \text{ m}^3/\text{dt}$. Sehingga dapat disimpulkan dimensi yang telah direncanakan ulang telah mampu untuk menampung dan mengalirkan debit rencana kala ulang 5 tahun.	
5.	Abdul Fattah	Observasi	Efektivitas Pembangunan Saluran Drainase Dalam Pencegahan Banjir Di Kota Palangkaraya Provinsi Kalimantan Tengah	Efektivitas Pembangunan Drainase dalam pencegahan banjir di Kota Palangkaraya melalui Dimensi Pencapaian Tujuan, Integrasi, dan Adaptasi sudah berlangsung efektif karena proses pembangunan dan rehabilitasi drainase di Kota Palangkaraya sudah memiliki efek yang signifikan dan dirasakan oleh masyarakatnya. Faktor penghambat dalam pembangunan drainase di Kota Palangkaraya, meliputi: Peningkatan Debit,	2023

				bertambahnya jumlah penduduk, kurangnya koordinasi dengan infrastruktur lain, dan tingkat kesadaran masyarakat yang lemah dalam ikut sertanya dalam membangun dan menjaga infrastruktur drainase. Upaya yang bisa ditempuh dalam menangani masalah pembangunan drainase di Kota Palangka Raya yaitu Memberikan penyuluhan pada masyarakat agar menyadari pentingnya membuang sampah pada tempatnya, Membangun bak kontrol dan saringan supaya sampah yang masuk ke saluran drainase dapat dibuang dengan cepat dan mudah, dan Mengelola limpasan melalui fasilitas yang dapat menahan air hujan, menyimpan air hujan seta membuat resapan air melalui ruang terbuka hijau.	
--	--	--	--	---	--

1.2 Drainase

1.2.1 Pengertian Drainase

Drainase merupakan saluran yang digunakan untuk menyalurkan massa air berlebihan dari sebuah kawasan seperti perumahan, perkotaan, dan jalan. Sistem saluran ini memiliki peran penting untuk menghindari terjadinya genangan air di permukaan. Oleh karena itu, apabila ditinjau secara fungsional jangka panjang, drainase mampu meminimalkan terjadinya banjir.

Secara umum, istilah drainase diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha mengalirkan air yang berlebihan keluar dalam suatu konteks tertentu. Kata drainase berasal dari bahasa inggris, “drainage” yang artinya mengalirkan, mengalihkan, membuang, dan menguras air.

1.2.2 Jenis-Jenis Drainase

Terdapat beberapa jenis drainase yang dibagi atas berbagai sudut pandang dan aspek. Jenis-jenis saluran drainase sebagai berikut :

a. Berdasarkan Sejarah Pembuatan

Berdasarkan sejarah pembuatannya, drainase dibagi menjadi 2 yaitu :

- 1) Natural Drainage atau Drainase Alamiah yaitu sistem pembuangan air permukaan yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Drainase alami terbentuk karena gerakan air yang terdorong gravitasi bumi, sehingga lama-kelamaan membentuk jalur air permanen seperti sungai.
- 2) Artificial Drainage atau Drainase Buatan merupakan drainase yang sengaja dibangun oleh manusia untuk tujuan tertentu. Oleh karena itu, drainase tersebut membutuhkan beberapa bangunan khusus antara lain selokan pasangan beton maupun batu, pipa, gorong-gorong, dan sebagainya.

b. Berdasarkan Letak Saluran

Berdasarkan letak saluran, drainase terbagi menjadi 2 yaitu :

- 1) Surface Drainage atau Drainase permukaan tanah yaitu saluran drainase yang terletak diatas permukaan tanah. Drainase ini digunakan untuk mengalirkan air limpasan dan genangan di permukaan.
- 2) Sub Surface Drainage atau Drainase bawah permukaan tanah yaitu jaringan pipa berlubang yang terkubur untuk membuang air yang meresap ke dalam tanah. Air yang meresap ke dalam tanah akan dihentikan oleh drainase bawah permukaan dan diarahkan ke saluran keluar. Drainase bawah permukaan menggambarkan proses pembuangan air yang telah meresap ke dalam tanah melebihi jumlah yang dapat ditahan oleh gaya kapiler melawan gaya gravitasi.

c. Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsinya, saluran drainase terbagi menjadi 2 yaitu :

- 1) Single Purpose Drainage atau Drainase Fungsi Tunggal merupakan drainase yang dibuat khusus untuk mengalirkan satu jenis air pembuangan saja. Contohnya, di suatu wilayah dibangun saluran drainase untuk air hujan, maka saluran tersebut tidak boleh dicampur dengan air pembuangan lainnya.
- 2) Multi Purpose Drainage atau Drainase Fungsi Beragam merupakan sistem drainase yang dirancang untuk mengalirkan berbagai jenis air buangan, baik secara bersamaan maupun bergantian. Contohnya, drainase di kawasan perumahan yang dapat mengalirkan air hujan dan limbah rumah tangga.

d. Berdasarkan Konstruksi

Berdasarkan konstruksinya, drainase dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

- 1) Saluran terbuka yaitu saluran drainase yang bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Drainase ini biasanya digunakan untuk

mengalirkan air hujan dan air bangunan lainnya yang tidak berbahaya. Bentuk saluran drainase terbuka bisa berupa persegi, trapesium, atau setengah lingkaran.

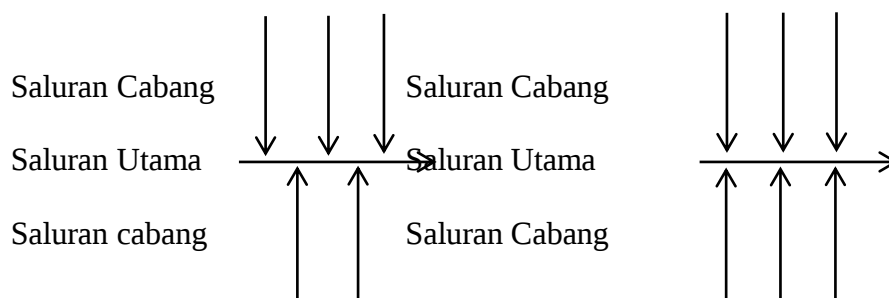
- 2) Saluran tertutup yaitu saluran drainase yang bagian atasnya tertutup dan tidak berhubungan dengan udara luar. Drainase ini biasanya digunakan untuk mengalirkan air kotor atau untuk saluran yang ada di tengah kota.

e. Berdasarkan Pola Jaringan Drainase

Berdasarkan bentuk jaringannya drainase terbagi menjadi 6 jenis yaitu :

1) Jaringan Drainase Siku

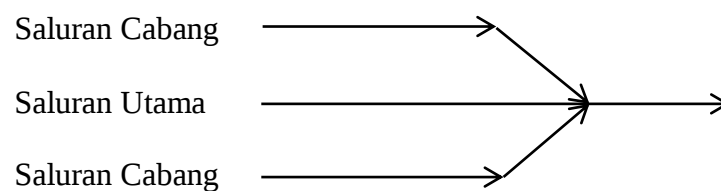
Drainase dengan jaringan berbentuk siku biasanya dibangun pada wilayah yang letak permukaannya lebih tinggi dibanding sungai. Sungai tersebut kemudian digunakan sebagai tempat pembuangan akhir.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Siku

2) Jaringan Drainase Paralel

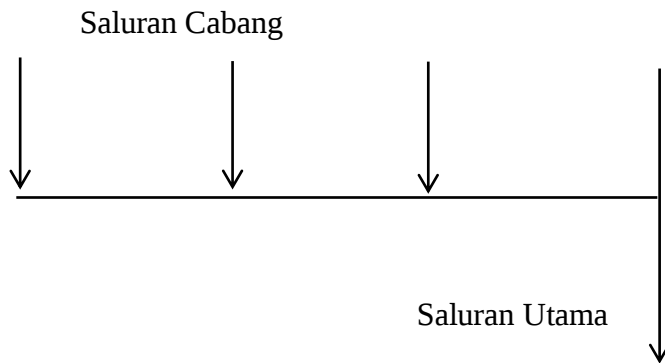
Pada drainase paralel, saluran utama terletak sejajar dengan saluran-saluran cabang lainnya. Jumlah saluran cabang ini juga cukup banyak dan disesuaikan dengan keadaan wilayah.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Paralel

3) Jaringan Drainase Grid Iron

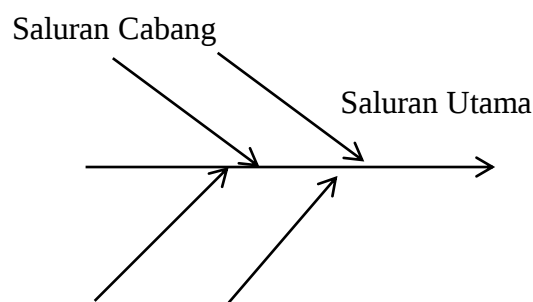
Pada drainase gridiron, saluran utama berada di sisi paling ujung dan saluran cabang lainnya tidak mengelilinginya. Drainase grid iron banyak digunakan di daerah pinggiran sungai.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Gird Iron

4) Jaringan Drainase Alamiah

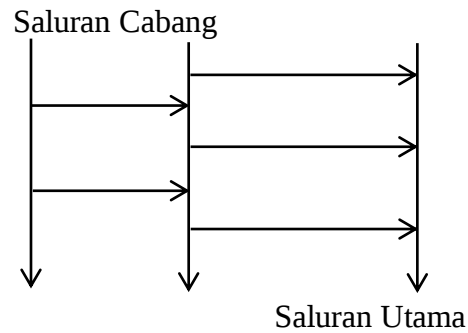
Drainase alamiah bentuknya hampir mirip dengan bentuk siku, namun saluran cabang dengan saluran utamanya tidak membentuk sudut siku-siku, melainkan berbentuk seperti anak panah. Beban sungai pada bentuk ini biasanya lebih besar.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Alamiah

5) Jaringan Drainase Jaring-Jaring

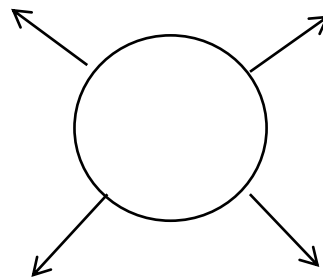
Drainase jaring-jaring bentuknya disesuaikan dengan arah jalan raya. Drainase ini banyak digunakan pada daerah dengan permukaan (topografi) mendatar.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

6) Jaringan Drainase Radial

Drainase radial umumnya digunakan pada kawasan perbukitan, di mana saluran cabangnya memancar ke seluruh arah.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Radial

1.3 Kegunaan Drainase

Drainase memiliki arti pengatusan atau penyaluran air. Dalam ilmu teknik sipil sendiri drainase didefinisikan sebagai salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air pada suatu kawasan sehingga kawasan tersebut dapat berfungsi dengan baik. Kelebihan air tersebut dapat berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi. Cara pembuangan kelebihan air tersebut dapat berupa saluran di permukaan tanah maupun saluran di bawah permukaan tanah. (Erna Tri Asmorowati, dkk. 2021).

Secara umum sistem drainase diartikan sebagai sistem atau proses pengelolaan air, baik air hujan, air limbah, maupun air permukaan, untuk mengalirkan atau mengalihkan air tersebut

dari suatu area agar tidak terjadi genangan atau banjir. Sistem drainase biasanya melibatkan saluran, parit, gorong-gorong, dan infrastruktur lainnya yang dirancang untuk memastikan air dapat mengalir dengan lancar menuju tempat pembuangan akhir. Tujuan dibuatnya drainase yaitu mencegah adanya genangan dan banjir, melindungi kualitas tanah dan lingkungan, meningkatkan fungsi infrastruktur, serta mengatur tata kelola air secara efisien.

1.4 Banjir

Banjir yaitu peristiwa berlimpahnya air yang meluap hingga meluap ke daratan, yang biasanya kering, akibat curah hujan yang tinggi, lelehan salju, atau masalah lain yang mengakibatkan air tak dapat diserap dengan cepat oleh tanah atau dialirkan oleh saluran air yang ada.

1.4.1 Pengertian Banjir

Menurut Schwab at.al (1981) banjir adalah luapan atau genangan dari sungai atau badan air lainnya yang disebabkan oleh curah hujan yang berlebihan atau salju yang mencair atau dapat pula karena gelombang pasang yang membanjiri kebanyakan pada dataran banjir. Dalam istilah teknis banjir adalah aliran air sungai yang mengalir melampaui kapasitas tampung sungai, dan dengan demikian, aliran air sungai tersebut akan melewati tebing sungai dan menggenangi daerah di sekitarnya.

1.4.2 Penyebab dan Akibat Banjir

Banjir adalah bencana alam yang terjadi ketika volume air melebihi kapasitas saluran air atau lahan penampung. Penyebab banjir mencakup curah hujan yang tinggi, permukaan tanah lebih rendah dibandingkan muka air laut, wilayah terletak pada suatu cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan sedikit resapan air, pendirian bangunan disepanjang bantaran sungai, serta aliran sungai tidak lancar akibat terhambat oleh sampah.

Pada musim hujan debit sungai akan meningkat, karena limpasan air permukaan ke sungai semakin besar. Daya tampung sungai yang kecil akan mempercepat debit puncak.

Ketika kapasitas tampung sungai menurun di suatu kawasan akibat penyempitan tampang sungai, maka air akan meluap keluar badan sungai. Luapan air ini bisa menggenangi sawah dan pemukiman. Dampak yang lebih serius adalah kerugian materi dan non materi.

1.4.3 Faktor Yang Mempengaruhi Banjir

Banjir tidak hanya disebabkan oleh satu faktor, melainkan kombinasi dari berbagai elemen yang saling berpengaruh. Seperti **faktor alam** dan **faktor aktivitas manusia**, antara lain :

- a. Intensitas hujan yang tinggi, terutama selama musim hujan atau akibat badai tropis, menyebabkan volume air melebihi kapasitas tanah dan sungai.
- b. Wilayah dataran rendah atau cekungan lebih rentan terhadap genangan air karena gravitasi menyebabkan air mengalir ke tempat rendah.
- c. Penebangan hutan mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air hujan.
- d. Saluran drainase yang kecil, rusak, atau tidak terawat tidak mampu mengalirkan air hujan dengan baik, terutama saat terjadi hujan deras.
- e. Pembangunan di bantaran sungai mengurangi daya tampung sungai.

1.4.4 Debit Banjir Rencana

Secara umum Debit banjir rencana adalah debit maksimum yang dapat dialirkan melalui sungai atau saluran alamiah tanpa membahayakan bangunan dan lingkungan sekitar. Debit banjir rencana merupakan parameter desain yang penting dalam perencanaan bangunan air. Debit banjir rencana ditentukan dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan. Penentuan debit banjir rencana idealnya dilakukan dengan menggunakan data historis kejadian banjir. Namun, jika data debit yang tersedia terbatas atau tidak ada, maka dapat dilakukan pendekatan hujan rancangan. Besarnya dinyatakan dengan meter kubik tiap detik m^3/det .

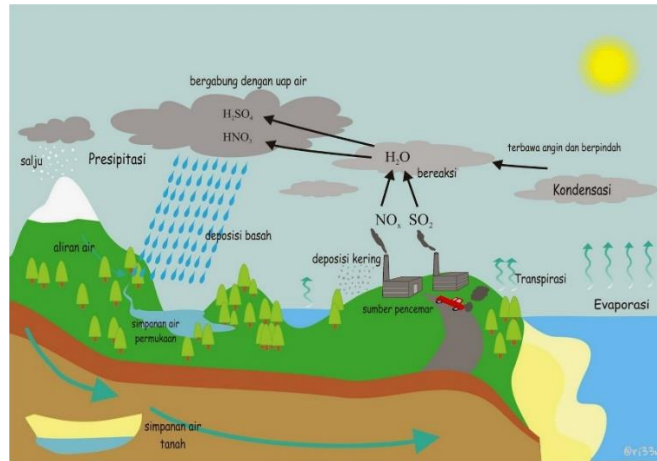
1.5 Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah cabang ilmu yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan sifat fisik air di permukaan bumi, bawah tanah, dan atmosfer. Secara umum, hidrologi berfokus pada siklus hidrologi, termasuk proses seperti penguapan, kondensasi, presipitasi (hujan, salju), aliran permukaan (run off), infiltrasi ke dalam tanah, dan pergerakan air di dalam tanah hingga mencapai sungai, danau, atau laut. Hidrologi digunakan untuk memahami bagaimana air mengalir di berbagai sistem alami dan buatan, serta untuk mengelola sumber daya air secara efisien dan berkelanjutan.

1.5.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi yaitu proses alami yang menggambarkan pergerakan dan sirkulasi air di Bumi melalui berbagai fase dan media, melibatkan atmosfer, daratan, dan lautan. Proses ini bersifat kontinu dan berfungsi untuk mendistribusikan air di seluruh permukaan bumi, mendukung kehidupan, dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Siklus hidrologi dapat juga berarti lebih sederhana yaitu peredaran air dari laut ke atmosfer melalui penguapan, kemudian akan jatuh pada permukaan bumi dalam bentuk hujan, yang mengalir didalam tanah dan diatas permukaan tanah sebagai sungai yang menuju ke laut. Panasnya air laut didukung oleh sinar matahari karna matahari merupakan kunci sukses dari siklus hidrologi sehingga mampu berjalan secara terus menerus kemudian dalam terjadinya air berevaporasi, lalu akan jatuh ke bumi sebagai presipitasi dengan bentuk salju, gerimis atau kabut, hujan, hujan es dan salju, dan hujan batu.



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi

1.5.2 Aspek Hidrologi

Aspek hidrologi merupakan cabang dari ilmu hidrologi yang mempelajari elemen-elemen dan proses yang berhubungan dengan distribusi, pergerakan, serta sifat air di atmosfer, permukaan tanah, dan bawah permukaan tanah. Aspek hidrologi melibatkan berbagai komponen yang saling terkait dalam memahami dinamika air di alam, terutama dalam konteks siklus hidrologi.

Aspek hidrologi mencakup analisis dan pengukuran terhadap berbagai fenomena yang berhubungan dengan air dalam sistem lingkungan. Fokusnya meliputi bagaimana air tersedia, digunakan, bergerak, dan berubah bentuk. Hal ini penting untuk memahami sumber daya air, mitigasi bencana, pengelolaan air, dan keberlanjutan ekosistem.

1.6 Faktor Penyebab Kerusakan Drainase

Kerusakan drainase merupakan masalah yang sering terjadi dan dapat menimbulkan dampak negatif seperti banjir, genangan air, kerusakan infrastruktur, hingga ancaman terhadap kesehatan masyarakat. Kerusakan ini umumnya disebabkan oleh kombinasi faktor alam dan aktivitas manusia. Berikut penjelasan rinci mengenai faktor penyebab kerusakan drainase di perkotaan :

- a. Kurangnya Kesadaran Masyarakat

Masyarakat yang kurang peduli terhadap kebersihan saluran air sering kali membuang sampah sembarangan, mempercepat penyumbatan dan kerusakan.

b. Kualitas Material yang Buruk

Penggunaan material berkualitas rendah dalam pembangunan saluran drainase dapat menyebabkan kerusakan struktur, seperti retakan, ambles, atau runtuh.

c. Curah Hujan yang Ekstrem

Curah hujan dengan intensitas tinggi atau hujan lebat dalam waktu singkat melebihi kapasitas drainase dapat menyebabkan genangan dan kerusakan struktur saluran.

d. Eksploitasi Tanah dan Sumber Daya Air

Penggalian atau aktivitas konstruksi di dekat saluran drainase dapat merusak struktur saluran.

e. Ketidaktegasan Regulasi

Regulasi terkait pengelolaan drainase sering kali kurang ditegakkan, seperti larangan membuang sampah di saluran air atau peraturan pengelolaan limbah.

Permasalahan tersebut tidak boleh dibiarkan begitu saja. Dengan memahami penyebab kerusakan drainase dan mengatasinya secara terintegrasi, kota dapat lebih siap menghadapi tantangan urbanisasi dan perubahan iklim.

1.7 Koefisien Pengaliran Drainase

Koefisien pengaliran drainase (Run off Coefficient) penting karena menunjukkan persentase curah hujan yang menjadi aliran permukaan setelah infiltrasi. Nilai koefisien pengaliran ini didapatkan dari pengamatan di lapangan. Koefisien pengaliran drainase dihitung dengan persamaan Manning dan bergantung pada beberapa faktor, seperti: Ukuran saluran pembuangan, Kemiringan saluran pembuangan, Kekasaran hidrolis saluran pembuangan, Kapasitas pemompaan jika menggunakan outlet pompa. Kalau ukuran besarnya hujan (dalam

satuan mm) untuk daerah luas yang sama kita sebut tinggi hujan, maka perbandingan dari aliran tinggi dan hujan tinggi untuk jangka waktu yang cukup panjang disebut angka pengaliran, jadi

$$C = \frac{h \text{ aliran}}{h \text{ hujan}} \quad (2.1)$$

Dimana

C = koefisien pengaliran

h aliran = Tinggi aliran (m)

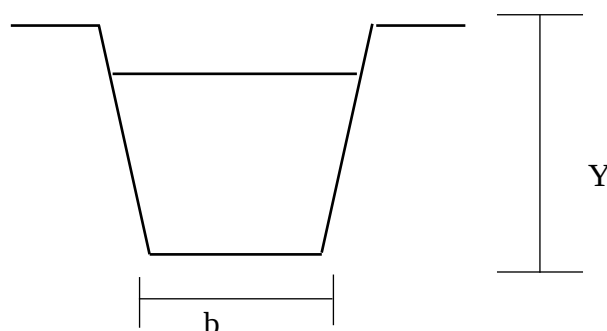
h hujan = Tinggi hujan (m)

1.7.1 Bentuk Saluran

Bentuk saluran drainase memainkan peran penting dalam efisiensi sistem pengelolaan air di perkotaan maupun pedesaan. Saluran drainase yang dirancang dengan baik dapat mengalirkan air dengan efektif, mencegah genangan, banjir, dan kerusakan lingkungan.

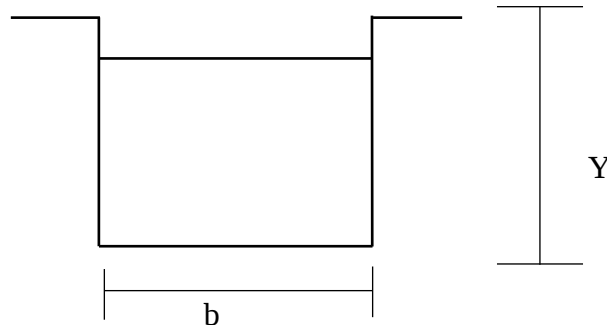
Berikut saluran drainase dalam berbagai bentuknya, yaitu :

- a. Trapesium, Pada umumnya saluran air drainase memiliki bentuk trapesium yang terbuat dari tanah. Namun, tidak menutup kemungkinan dapat dibuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk trapesium tersebut berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang memiliki debit yang besar.



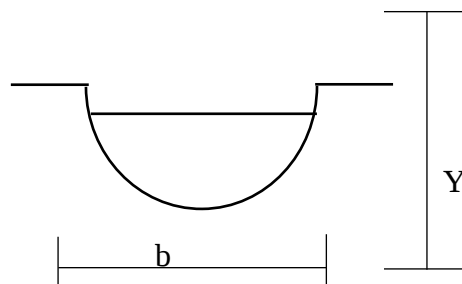
Gambar 2.8 Drainase Trapesium

- b. Bentuk persegi, saluran berbentuk persegi ini biasa terbuat dari pasangan batu atau beton. Menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar menjadi fungsi utama dari saluran air bentuk persegi ini.



Gambar 2.9 Saluran Drainase Bentuk Persegi

- c. Setengah lingkaran, saluran ini berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit kecil. Saluran ini dibuat dari pasangan batu atau pipa beton.



Gambar 2.10 Saluran Drainase Setengah Lingkaran

1.7.2 Ukuran Saluran

Ukuran saluran drainase sangat penting dalam memastikan sistem drainase mampu menjalankan fungsinya secara optimal. Ukuran yang tepat tidak hanya mendukung efisiensi aliran air, tetapi juga mencegah berbagai masalah seperti banjir, genangan air, dan kerusakan infrastruktur. Saluran drainase yang dirancang dengan ukuran tepat tidak hanya memastikan efisiensi pengelolaan air, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekosistem dan keamanan infrastruktur di sekitarnya.

1.7.3 Macam Material

Material yang digunakan dalam pembuatan saluran drainase sangat penting karena menentukan kekuatan, daya tahan, dan efisiensi sistem drainase. Berbagai jenis material yang umum digunakan pada saluran drainase seperti beton, batu kali, batu bata, aspal, besi atau baja, atau dari tanah.

Table. 2.2 kemiringan Saluran Sesuai Bahan

No	Bahan saluran	Kemiringan
1	Batu/ cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempung keras	0,5-0,1
4	Tanah dengan pasangan batu	1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir lepas	2
7	Lumpur berpasir	3

Sumber : Hidrologi masalah penyelesaian

Kemiringan saluran (atau slope), kemiringan ini mempengaruhi kecepatan aliran air, kapasitas saluran, serta kestabilan saluran itu sendiri. Kemiringan dasar salur maksimum yang diizinkan adalah 0,005-0,008 tergantung pada bahan yang digunakan dan kecepatan maksimum yang diizinkan, kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan genangan pada umumnya sebesar 0,6-0,9 m/detik. Kemiringan saluran harus disesuaikan dengan jenis bahan yang digunakan agar tidak menyebabkan kerusakan pada saluran itu sendiri atau pengendalian aliran yang tidak efektif.

Tabel 2.3 Koefisien pergoyangan (c)

Type daerah pengaliran		Harga C
Rerumputan	Tanah pasir, datar 2%	0,5 – 0,1
	Tanah pasir rata-rata 2%-7%	0,1 – 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
Busines	Daerah kota	0,75 – 0,95
	Daerah pinggiran	0,50 – 0,70
	Daerah single family	0,30 - 0,50
	Multi unit/tertutup	0,40 – 0,60
	Sub urban	0,60 – 0,75
	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
Halaman kereta api		0,20 – 0,35
Daerah yang tidak dikerjakan		0,20 – 0,40
Jalan	Aspal	0,70 – 0,85
	Beton	0,80 – 0,95
	Batu	0,75 – 0,85
Untuk berjalan		0,75 – 0,85
Atap		0,75 – 0,95

Sumber : Hidrologi untuk perencanaan bangunan

Koefisien pergoyangan ini sangat penting dalam perancangan saluran yang mengalirkan air dengan kecepatan tinggi, karena perubahan aliran atau guncangan dapat mengubah bentuk saluran dan menyebabkan kerusakan pada struktur saluran. Dalam konteks saluran terbuka untuk drainase biasa, koefisien ini lebih jarang digunakan kecuali pada saluran yang sangat besar dengan kecepatan aliran tinggi.

Tabel 2.4 Koefien C untuk daerah yang berkarakteristik

Karakteristik Daerah	C
1. Daerah perdagangan	
a. Pusat kota	0,70 – 0,95
b. Pinggiran kota	0,50 – 0,70
2. Daerah permukiman	
a. Perumahan terdiri dari rumah-rumah tinggal untuk satu keluarga	0,30 – 0,50
b. Perumahan terdiri dari rumah-rumah untuk banyak keluarga	0,40 - 0,60
c. Perumahan terdiri dari rumah-rumah gandeng untuk banyak keluarga	0,60 – 0,75
3. Daerah permukiman	0,25 – 0,40
4. Apartemen	0,50 – 0,70
5. Daerah penindustrian	
a. Industri berat	0,60 – 0,90
b. Industri ringan	0,50 – 0,80
6. Tanaman fasilitas umum	0,10 – 0,25
7. Lapangan taman bermain	0,20 – 0,30

Sumber : E.W.STELL, TERENCE. J, MCGHEE

Koefisien C adalah parameter yang digunakan dalam perhitungan kapasitas aliran pada saluran terbuka. Koefisien ini berkaitan dengan karakteristik permukaan saluran dan bagaimana saluran mempengaruhi aliran air.

Tabel 2.5 Koefisien Kekerasan Manning

Dinding Saluran	Kondisi	n
Kayu	Papan-papan rata dipasang rapi	0,010
	Papan-papan rata kurang rapi/ tua	0,012
	Papan-papan kasar dipasang rapi	0,012
	Papan-papan kasar kurang rapi/ tua	0,014
Pasangan batu	Plasteran semen halus	0,010
	Plasteran semen kasar	0,012
	Beton dilapisi baja	0,012
	Beton dilapisi kayu	0,013
	Batu bata kosong yang baik kasar	0,015
	Pasangan batu	0,020
Batu kosong	Harus dipasang rata	0,013
	Batu bongkahan, batu pecah, batu belah, batu gulign dipasang dalam semen	0,017
	Krikil halus dan padat	0,020
Tanah	Rata dan dalam keadaan baik	0,020
	Dalam keadaan biasa	0,025
	Dengan batu-batu dan tumbuhan	0,025
	Dalam keadaan jelek	0,035
	Sebagian terganggu oleh batuan atau tumbuhan	0,050

Sumber : Hidrologi untuk pemecahan bangunan air, Ir. Imam Subarkah

Koefisien kekerasan Manning n adalah faktor kunci dalam menentukan kecepatan dan debit aliran dalam saluran drainase terbuka. Nilai koefisien n dipengaruhi oleh jenis permukaan saluran, vegetasi, kebersihan, dan kondisi aliran. Pemilihan nilai n yang tepat sangat penting untuk desain saluran yang efektif, menghindari masalah seperti erosi, sedimentasi, atau aliran yang tidak efisien.

1.8 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk hujan selama periode tertentu, biasanya diukur dalam milimeter (mm) atau inci. Curah hujan ini mencakup seluruh bentuk presipitasi, termasuk hujan, salju, hujan es, dan embun, meskipun dalam konteks drainase dan aliran permukaan, kita lebih fokus pada hujan cair. Jika curah hujan yang tinggi maka akan menghasilkan limpasan yang lebih besar. Ketika curah hujan turun dalam jumlah besar dalam waktu singkat, tanah mungkin tidak dapat menyerap seluruh air hujan tersebut, menyebabkan air mengalir di permukaan.

Curah hujan sangat memengaruhi limpasan dengan cara meningkatkan volume air yang mengalir di permukaan tanah. Intensitas, durasi, distribusi, dan volume curah hujan adalah faktor kunci yang menentukan besarnya limpasan. Limpasan yang besar dapat menimbulkan berbagai dampak lingkungan, seperti banjir dan erosi, sehingga penting untuk memahami hubungan ini dalam pengelolaan air dan mitigasi bencana

Limpasan permukaan merupakan semua air yang mengalir dipermukaan tanah kearah lebih rendah seperti: cekungan, sungai, danau, situ, waduk dan laut. Jumlah dan distribusi limpasan inilah yang paling penting sebagai penyebab erosi dan sedimentasi. Apabila impasan permukaan semakin besar maka air yang dapat di serap oleh tanah semakin kecil (Soplanit dan Silahooy, 2012). Aliran sungai akan semakin rendah di musim kemarau karena pasokan air bawah permukaan berkurang sebaliknya di musim hujan semakin tinggi aliran air yang bisa menyebabkan banjir.

1.8.1 Karakteristik Curah Hujan

Ada beberapa macam karakteristik hujan, yaitu :

- a. Durasi

Durasi hujan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik hujan di suatu wilayah. Durasi hujan dapat didefinisikan sebagai lama kejadian hujan dalam satuan waktu tertentu, misalnya menit, jam, atau hari. Durasi hujan dapat bervariasi tergantung pada jenis, intensitas, dan pola hujan yang terjadi.

b. Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah ukuran yang menunjukkan jumlah curah hujan (biasanya dalam milimeter) yang turun dalam satuan waktu tertentu (biasanya dalam jam). Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas ini mencerminkan kekuatan atau laju hujan dan sangat penting dalam analisis hidrologi, perencanaan infrastruktur drainase, dan mitigasi risiko banjir.

Perhitungan intensitas hujan menurut rumus mononobe

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.2)$$

Dimana

I : intensitas hujan (mm/jam)

t : Curah Hujan (mm)

tc : time of countrentation (jam)

tc : to + td

Dimana :

to (waktu masuk/ intel time) yaitu waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh di suatu daerah aliran sungai (DAS) hingga masuk pada saluran terdekat sampai pada titik yang ditinjau. Dengan kata lain, ini adalah durasi terlama yang dibutuhkan oleh air untuk mencapai saluran setelah mulai turun hujan. Saluran dicari dengan menggunakan rumus :

$$td = \frac{l}{v} \quad (2.3)$$

Dimana :

td : waktu saluran (detik)

L : panjang saluran (m)

V : kecepatan saluran (m/detik)

c. Lengkungan Intensitas

Lengkungan intensitas hujan atau lebih dikenal dengan Lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF Curve) adalah grafik atau hubungan matematis yang menggambarkan hubungan antara intensitas hujan, durasi hujan, dan frekuensi kejadian hujan ekstrem di suatu lokasi tertentu.

d. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan limpasan untuk bergerak dari titik terjauh dalam DAS hingga mencapai saluran utama yang mengalir menuju outlet. Waktu ini penting dalam perhitungan debit puncak untuk desain hidrologi. (Barfield, dan Hayes (1994)).

$$T = \left(\frac{0,8 \cdot L^2}{1000 \cdot s} \right) 0,385 \quad (2.4)$$

Dimana :

t_c : waktu konsentrasi

L : panjang lereng (km)

S : kemiringan lereng

Pada prinsipnya waktu konsentrasi dibagi sebagai berikut :

1) Intel time (t_o)

Intel Time (t_o) atau waktu masuk adalah waktu yang dibutuhkan air hujan untuk bergerak dari tempat jatuhnya di permukaan tanah hingga mencapai

saluran utama atau jalur aliran pertama. Intel time merupakan bagian dari proses aliran air permukaan sebelum air mulai mengalir secara terorganisir dalam sistem drainase alami atau buatan. Rumus intel time ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_o = \left\{ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_t \times \frac{n_d}{\sqrt{k}} \right\} 0,167 \quad (2.5)$$

2) Conduit time (t_d)

Conduit Time (t_d) adalah waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui saluran atau pipa setelah memasuki saluran utama atau sistem drainase. Ini mencakup waktu perjalanan air dalam saluran drainase, sungai, atau pipa hingga mencapai titik tujuan atau keluar dari sistem. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$t_c = t_o + t_d \quad (2.6)$$

2.8.2 Hujan Rata-Rata Daerah Aliran

Hujan rata-rata untuk suatu daerah dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

a. Metode rata-rata aritmatik (aljabar)

Metode ini paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila :

- Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
- Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

(Triatmodjo, 2008).

Cara ini merupakan perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan disekitar kawasan yang bersangkutan diperoleh persamaan :

$$P = I/n(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) \quad (2.7)$$

Dimana :

P : Curah hujan daerah

N : Jumlah titik atau pos pengamatan

P_1, P_2, P_3, P_n : Curah hujan disetiap titik prngamatan

b. Metode Polygon Thiessen

Metode ini digunakan untuk menghitung hujan rata-rata dengan mempertimbangkan pengaruh area yang dilayani oleh setiap stasiun hujan. Setiap stasiun dihitung berdasarkan luas daerah yang berada dalam jarak yang sama antara dua stasiun terdekat.

$$P = \frac{P_1.A_1 - P_2.A_2 - \dots - P_n.A_n}{A_1 - A_2 - \dots - A_n} \quad (2.8)$$

$$P = \frac{P_1.A_1 + P_2.A_2 + \dots + P_n.A_n}{A} \quad (2.9)$$

$$P = W_1.A_1 + W_2.A_2 + \dots + W_n.A_n \quad (2.10)$$

Dimana :

P : Curah Hujan Daerah

P_1, P_2, P_n : Curah hujan tiap titik pengamatan

A_1, A_2, A_n : Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan

$$W_1, W_2, \dots, W_n = \frac{A_1}{A}, \frac{A_2}{A}, \dots, \frac{A_n}{A}$$

Bagian daerah $A_1, A_2, \dots, A_n$, ditentukan dengan cara sebagai berikut :

- 1) Cantumkan titik-titik pengamatan didalam dan disekitar daerah itu pada topografi, kemudian dihubungkan tiap titik yang berdekatan dengan sebuah

garis lurus. Dengan demikian akan terlukis jaringan segitiga yang menutupi seluruh daerah.

- 2) Daerah yang bersangkutan itu dibagi dalam polygon-polygon yang didapat dengan menggambar garis bagi tegak lurus pada setiap segitiga tersebut diatas. Curah hujan dalam setiap polygon dianggap diwakili oleh curah hujan dari titik pengamatan dalam tiap polygon itu. Luas tiap polygon diukur dengan planimeter.

Metode polygon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Polygon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru. (Triatmodjo, 2008)

c. Metode Isohyet

Metode Isoyete menghitung hujan rata-rata dengan menggunakan garis isoyet (garis yang menghubungkan titik-titik dengan curah hujan yang sama). Biasanya, peta isoyet digunakan untuk membagi daerah berdasarkan intensitas hujan. Luas antara garis isoyet dihitung dan dihitung rata-ratanya. Metode isoyet memungkinkan penentuan hujan rata-rata yang lebih tepat di daerah yang besar dan bervariasi.

Hujan rata-rata dapat dengan rumus pendekatan :

$$P = \frac{P_1.A_1 + P_2.A_2 + \dots + P_n.A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.11)$$

Dimana :

P : Curah hujan daerah

$P_1, P_2, \dots, P_n$: Curah hujan rata-rata pada bagian-bagian $A_1, A_2, \dots, A_n$

$A_1, A_2, \dots, A_n$: Luas bagian-bagian antara garis isohyet

2.9 Analisa Frekuensi (Curah Hujan Rencana)

Metode ini bertujuan untuk menentukan curah hujan yang direncanakan untuk peristiwa hujan tertentu berdasarkan data historis hujan. Analisis ini digunakan untuk memperkirakan intensitas hujan pada periode waktu tertentu, seperti 2, 5, 10, atau 50 tahun sekali, yang biasanya digunakan dalam perencanaan infrastruktur. Pada analisis frekuensi digunakan metode-metode distribusi yang sering digunakan antara lain :

- a. Metode Distribusi Normal
- b. Metode Distribusi Long Normal
- c. Metode Distribusi Long Pearson Type III
- d. Metode Distribusi Gumbell

Dalam statistik dikenal beberapa macam parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan).

- 1) Harga rata rata ($\bar{R}_i$)

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (2.12)$$

- 2) Simpanan Baku (S)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (R_i - \bar{R}_i)^2} \quad (2.13)$$

3) Koefisien Kemiringan (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1} (R_i - \bar{R}_i)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.14)$$

4) Koefisien Ketajaman (C_k)

$$C_k = \frac{n \sum_{i=1} (R_i - \bar{R}_i)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^3} \quad (2.15)$$

5) Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{s}{\bar{R}_i} \quad (2.16)$$

Dimana :

N : Banyaknya data/panjang data

R_i : curah hujan (mm)

$\bar{R}_i$: Curah hujan rata-rata (mm)

S : Simpanan baku/ deviasi standar

Metode yang dipakai nanti harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Berikut merupakan uraian metode yang akan digunakan.

1) Metode Distribusi Normal

Distribusi normal adalah metode statistik untuk data yang simetris di sekitar nilai rata-rata. Metode ini cocok jika data hujan tidak terlalu ekstrem dan mengikuti pola distribusi normal. Sifat distribusi ini adalah $C_s = 0$, dan $C_k = 3$. Apabila besarnya koefisien kemiringan C_s dan koefisien ketajaman C_k dari data hujan mendekati nilai tersebut, maka type distribusi ini dapat digunakan. Penggambaran distribusi teoritisnya mengikuti persamaan berikut :

$$R_T R_i + K S \quad (2.17)$$

$$K = Z = W - \frac{2,515517 + 0,802853 + 0,010328 W^2}{1 + 1,432788 + 0,189269 W^2 + 0,001308 W^2} \quad (2.18)$$

$$W = \left[1n \left(\frac{1}{p} \right) \right] 0,5 \quad (2.19)$$

$$P = \frac{1}{t} \quad (2.20)$$

Dimana :

R_T : Curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

R_i : Curah hujan rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S : Simpanan baku/ deviasi standar

K : Faktor frekuensi (didapat dari rumus tabel)

T : Periode ulang (tahunan)

2) Metode Distribusi Long Normal

Metode ini digunakan untuk data curah hujan yang distribusinya tidak simetris atau condong ke kanan (positif). Data mentah terlebih dahulu ditransformasi menggunakan logaritma. Tipe yang digunakan adalah long normal 2 parameter. Sifat distribusi ini $C_s = 0$ dan $C_s = 3 C_v^3$. Penggambaran distribusi teorinya mengikuti persamaan berikut:

$$Slog R_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \log \bar{R})^2}{n-1}} \quad (2.21)$$

$$C_v = \frac{slog R_i}{\log \bar{R}} \quad (2.22)$$

$$K_T = \frac{Y_{tr} - Y_n}{sn} \quad (2.23)$$

Dimana :

Log R_T : Logaritma besarnya variable dalam periode ulang T tahun

R_i : Curah hujan rata-rata-dari sample (mm)

S : Simpanan baku

K_T : Faktor frekuensi (dari tabel dan rumus)

$S \log R_i$: Standar deviasi dari rangkaian data dalam harga logaritmanya

n : Panjang data

C_v : Koefisien variasi dari logaritma data

3) Metode Distribusi Long Person Type III

Metode ini adalah pengembangan dari distribusi log normal yang juga mempertimbangkan kecondongan (skewness) data. Data curah hujan ditransformasi ke logaritma, kemudian dihitung rata-rata, standar deviasi, dan koefisien kecondongan (skewness). Parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi long pearson type III adalah $C_s = 0$ dan $C_k = 4-6$. Persamaan distribusi teoritisnya seperti persamaan berikut :

$$\log R_T = \log R_i + KS \quad (2.24)$$

$$\log R_i = \frac{\sum_{i=1}^n \log R_i}{n} \quad (2.25)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \log R_i)^2}{n-1}} \quad (2.26)$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \log R_i)^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.27)$$

$$S = Z + (Z^2+1)k + \frac{1}{3}((Z^3+6Z)k^3 - (Z^2-1)k^3 + Zk^4 + \frac{1}{3}k^5) \quad (2.28)$$

Dimana :

$\log R_T$: Logaritma besarnya variable dalam periode ulang T tahun

$\log R_i$: Logaritma besarnya nilai rata-rata

S : Simpanan baku dari logaritma data

K : Faktor frekuensi

C_s : Koefisien asimetris dari logaritma data

Y_t : Nilai reduced variate yang didapat dari rumus dan table

Y_n : Nilai rata-rata dari reduce variate,

S_n : Simpanan baku reduce variate

4) Metode Distribusi Gumbell

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data ekstrem, seperti curah hujan atau banjir maksimum. Metode ini mengasumsikan bahwa peristiwa ekstrem mengikuti distribusi Gumbel. Untuk data dengan nilai ekstrem, misalnya desain banjir 50 atau 100 tahun. Sifat sebaran Gumbell adalah parameter statistic $C_s = 1,4$ dan $C_k = 5$. Apabila koefisien C_s dan C_k dari data hujan mendekati nilai tersebut, sebaran ini dapat digunakan. Dengan teoritis penggambaran distribusinya mengikuti persamaan berikut :

$$R_T = R_i + \frac{s}{s_n} (Y - Y_n) \quad (2.29)$$

$$K = \frac{y_{tr} - y_n}{s_n} \quad (2.30)$$

$$Y_t = - \left\{ 0,385 + 2,3031 \left[\log \frac{t}{(T-1)} \right] \right\} \quad (2.31)$$

Dimana :

R_T : Curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

R_i : Nilai rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S : Simpanan Baku

K : Faktor frekuensi

Y_t : Nilai reduced variate

Y_n : Nilai rata –rata dari reduced variate

S_n : simpanan baku reduced variate

2.10 Pemeliharaan Sistem Drainase

Pemeliharaan sistem drainase adalah serangkaian kegiatan untuk menjaga agar sistem drainase dapat berfungsi dengan optimal dalam mengalirkan air dan mencegah genangan atau

banjir. Pemeliharaan ini penting untuk memastikan infrastruktur drainase beroperasi sesuai desain dan tidak terganggu oleh endapan, sampah, atau kerusakan fisik.

2.10.1 Perawatan Rutin

Perawatan infrastruktur drainase di desa merupakan aspek penting dalam menjaga kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Drainase yang berfungsi dengan baik memastikan pembuangan air hujan yang memadai, mencegah banjir, dan mengurangi risiko penyakit yang ditularkan melalui air. Kegiatan ini meliputi antara lain :

a. Drainase saluran terbuka

Saluran drainase primer biasanya berupa saluran terbuka yaitu saluran air di atas tanah, biasanya terbuat dari beton atau batu alam. Kegiatan perawatan rutin pada umumnya meliputi :

- 1) Membersihkan sampah dan daun yang ada disekitar saluran.
- 2) Periksa drainase secara berkala.
- 3) Memperbaiki keretakan dan kebocoran.

b. Drainase saluran tertutup

Drainase saluran tertutup adalah sistem drainase di mana aliran air dilakukan melalui saluran yang tertutup, seperti pipa atau gorong-gorong, untuk melindungi aliran dari kontaminasi, penguapan, atau hambatan eksternal. Sistem ini sering digunakan di daerah perkotaan atau kawasan industri untuk menjaga estetika dan mengoptimalkan ruang. Keunggulannya meliputi :

- 1) Melindungi aliran dari sampah atau sedimentasi.
- 2) Lebih tahan terhadap gangguan lingkungan.
- 3) Estetis, karena tidak terlihat di permukaan.

2.10.2 Perawatan Berkala

Perawatan berkala sistem drainase adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan secara rutin untuk memastikan saluran drainase berfungsi dengan optimal. Sistem drainase yang terawat membantu mencegah genangan air, banjir, dan kerusakan lingkungan. Hal ini meliputi antara lain :

a. Drainase saluran terbuka

Drainase saluran terbuka adalah jenis sistem drainase yang memiliki saluran terbuka tanpa penutup, seperti parit, kanal, selokan, atau sungai kecil buatan. Sistem ini mudah diakses untuk perawatan tetapi rentan terhadap penyumbatan oleh sampah, lumpur, atau material lain. Oleh karena itu perlu melakukan perawatan berkala seperti mengeruk endapan lumpur disepanjang saluran, dilakukan setiap periode tertentu (biasanya antara 1-4 tahun), dan dilakukan pada saat musim kemarau. Langkah-langkah perawatannya sebagai berikut :

- 1) Pembersihan Sampah dengan tujuan menghilangkan sampah, dedaunan, dan material organik lain yang menghalangi aliran air.
- 2) Pengangkatan Sedimen dengan tujuan Menghindari sedimentasi yang menyebabkan pengurangan kapasitas aliran.
- 3) Pemangkasan Vegetasi dengan tujuan mencegah tumbuhnya tanaman liar atau akar yang dapat merusak saluran.

b. Drainase saluran tertutup

Saluran tertutup seperti gorong-gorong atau pipa memiliki perlindungan dari sampah luar, tetapi lebih sulit diakses dan memerlukan peralatan khusus untuk perawatan. Langkah-langkah perawatannya sebagai berikut :

- 1) Pembersihan Internal dengan tujuan Menghilangkan endapan lumpur, sampah, atau material lain yang menyumbat aliran.

- 2) Perbaikan dan Penggantian Komponen dengan tujuan Memastikan saluran tetap dalam kondisi baik.
- 3) Pengangkatan Sedimen dan Material Padat dengan tujuan Menghindari pengendapan yang mengurangi kapasitas saluran.

2.11 Perhitungan Debit

Perhitungan debit sangat penting dalam manajemen air dan desain infrastruktur. Dengan menggunakan pendekatan yang sesuai (rumus sederhana, metode empiris, atau alat ukur), debit dapat dihitung secara akurat untuk berbagai kebutuhan operasional dan perencanaan. Perhitungan debit adalah proses menghitung besarnya aliran fluida (biasanya air) yang melewati suatu penampang saluran atau pipa dalam suatu satuan waktu tertentu. Sedangkan debit sendiri merupakan volume air yang mengalir melewati suatu penampang saluran dalam satu satuan waktu. Debit dinyatakan dalam satuan volume per waktu.

2.11.1 Kemiringan Lahan

Kemiringan lahan pada drainase adalah sudut atau tingkat kemiringan suatu permukaan tanah yang memengaruhi aliran air dalam sistem drainase. Kemiringan ini menjadi salah satu faktor penting dalam perencanaan, desain, dan pengelolaan sistem drainase, baik untuk drainase alami (sungai, parit) maupun buatan (saluran beton, pipa). Menentukan kemiringan lahan atau lereng diperlukan peta kontur, peta kontur digunakan untuk menganalisis, merencanakan, dan mengelola penggunaan lahan dengan mempertimbangkan tingkat kemiringannya. Perhitungan kemiringan lahan dapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = \frac{H}{L} \quad (2.32)$$

$$S = \frac{s_o - s_i}{0,9 \cdot L} \quad (2.33)$$

Dimana :

S : Kemiringan Lahan

H : Selisih ketinggian antara dua titik (m)

S_o : Elevasi tertinggi pada muka tanah

S_i : Elevasi terendah pada muka tanah

L : Jarak horizontal antara dua titik (m)

2.11.2 Perhitungan Debit Aliran (Debit Hujan)

Debit aliran adalah proses untuk menentukan besarnya volume air yang mengalir dalam suatu saluran, sungai, atau permukaan akibat hujan dalam satuan waktu tertentu. Perhitungan debit aliran atau debit hujan melibatkan analisis curah hujan, koefisien aliran, dan luas daerah tangkapan untuk menghasilkan nilai debit yang digunakan dalam perencanaan sistem drainase dan pengelolaan sumber daya air, dengan menggunakan rumus :

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{air}} + Q_{\text{air limbah rumah tangga}} \dots (\text{m}^3/\text{detik})$$

Debit banjir yang terjadi pada suatu daerah disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor alami dan aktivitas manusia. Faktor-faktor ini dapat memengaruhi jumlah, kecepatan, dan volume aliran air permukaan yang melebihi kapasitas saluran atau daya serap tanah, sehingga menyebabkan banjir. Kondisi Debit banjir yang terjadi tergantung pada area daerah tersebut. Metode yang digunakan adalah metode rasional dan formula sebagai berikut :

$$Q = 0,278 C.I.A \dots \text{m}^3/\text{detik} \quad (2.34)$$

Dimana :

Q : Debit yang mengalir kedalam saluran (m^3/detik)

C : Koefisien Pengaliran

I : Intensitas hujan (mm/jam)

A : Luas daerah aliran (Km^2)

2.11.3 Debit Saluran / Kapasitas Saluran

Debit saluran atau kapasitas saluran mengacu pada jumlah maksimum air yang dapat mengalir melalui sebuah saluran (seperti saluran drainase, saluran sungai, atau pipa) dalam suatu periode waktu tertentu, tanpa menyebabkan saluran tersebut meluap atau kelebihan beban. Debit saluran sering dihitung dalam satuan meter kubik per detik (m^3/detik) atau liter per detik (L/s). Sementara itu, kapasitas saluran merujuk pada kemampuan fisik saluran untuk mengalirkan volume air tersebut berdasarkan dimensi dan karakteristik saluran tersebut. Rumus yang digunakan secara umum untuk perhitungan hidrolika pada penampang saluran yang sama digunakan persamaan manning, rumus dasar untuk menghitung debit saluran adalah :

$$Q_{\text{saluran}} = A \cdot V \quad (2.36)$$

$$A = Q/V \quad (2.37)$$

Dimana

Q : Debit Saluran/Debit Hujan (m^3/detik)

A : Luas Penampang Saluran (m^2)

V : Kecepatan Aliran Air Dalam Saluran (m/det)

Kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan beberapa persamaan antara lain sebagai berikut :

1. Persamaan Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.38)$$

Dimana :

V : Kecepatan rata-rata (m/detik)

n : Koefisien kekasaran manning

R : Jari-jari hidraulik (m)

S : Kemiringan Saluran (m/m)

2. Persamaan Chezy

$$V = C\sqrt{RS} \quad (2.39)$$

$$C = \frac{100\sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \quad (2.40)$$

Dimana :

V : Kecepatan rata-rata aliran (m/detik)

C : Koefisien kekasaran Chezy

R : Jari-jari hidraulik (m)

S : Kemiringan Saluran (m/m)

3. Persamaan Stoker

$$V = K_{st} R^{2/3} I^{1/2} \quad (2.41)$$

Dimana :

V : Kecepatan rata-rata (m/detik)

K_{st} : Koefisien Stoker

R : Jari-Jari Hidraulik (m)

I : Kemiringan Saluran

Tabel 2.6 Koefisien pengaliran C

Kawasan	Tata Guna Lahan	C
Perkotaan	Kawasan Permukiman	
	❖ Kepadatan rendah	0,25-0,40
	❖ Kepadatan sedang	0,40-0,70
	❖ Kepadatan tinggi	0,70-0,80
	❖ Dengan sumbu resapan	0,20-0,30

Perdesaan	❖ Kawasan perdagangan	0,90-0,95
	❖ Taman, jalur hijau, kebun dll	0,20-0,30
	Perbukitan, Kemiringan 20%	
	❖ Kawasan jurang, kemiringan 20%	0,50-0,60
	❖ Lahan dengan terasering	0,25-0,35
	❖ persawahan	0,45-0,55

Sumber : hidrologi untuk perencanaan