

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	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	2016

				<p>kaharuddin KM.02 dengan hasil analisa didapatkan dimensi untuk saluran kanan sebesar $B=1.2$ m, $b=0,5$ m, $h=1$ m, dengan debit yang dapat ditampung sebesar 26.4039 m³/dt , pada saluran kiri $B=1$ m, $b=0,5$ m, $h=1$ m, dengan debit rencana yang dapat ditampung sebesar 26.4039 m³/dt. Debit hasil rencana ulang dimensi saluran sebesar dari debit rencana selama 5 tahun yaitu pada saluran kanan = 0.4383 m³/dt, saluran kiri = 0.4415 m³/dt. Sehingga dapat disimpulkan dimensi yang telah direncanakan ulang telah mampu untuk menampung dan mengalirkan debit rencana kala ulang 5 tahun.</p>	
2	Taufik Soninga	Observasi	Studi Analisa Kelayakan Kapasitas Saluran Drainase	<p>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</p>	2021

				<p>yang menunjukkan denah lokasi studi dan arah aliran yang diinterpretasikan dari topografi dan pengamatan dilapangan.</p> <p>Kondisi saluran drainase ekisting secara umum sistem drainase diwilayah pasar rakyat bastiong masih digunakan sistem drainase gabungan dimana pembuangan air limbah, air hujan dan sebagai saluran irigasi dialirkan melalui satu saluran drainase.</p> <p>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.</p>	
3	ZulFiandri	Observasi	Analisa Kelayakan Kapasitas Saluran Drainase (Study Kasus Drainase	Drainase adalah istilah yang dipergunakan untuk sistem penanganan air yang berada di kawasan kota sudah pasti dapat menimbulkan permasalahan drainase	

			<p>Kelurahan Tambusai Tengah</p>	<p>yang cukup kompleks. Pada drainase perkotaan, pemecahan klasik yang dilakukan adalah perbaikan saluran, baik berupa perbaikan selokan maupun saluran air hujan yang ditanam dalam tanah. tetapi, karena penting nya perubahan-perubahan tata guna dalam kaitannya dengan urbanisasi, hanya sedikit selokan saja data aliran yang berarti dalam daerah tersebut. Metode tradisional memanfaatkan data frekuensi intensitas curah hujan dan persamaan rasional ($Q = 0.00278 CIA$). Sistem drainase pokok mencakup sungai dan saluran alami, saluran pembuangan buatan, dataran penampung banjir, jalan utama. Sistem drainase pokok harus mempunyai kapasitas cukup untuk melayani banjir-banjir sungai dan saluran dengan daerah lebih dari 100 Ha, dengan masa ulang 10 tahun. Dalam penelitian ini untuk menentukan</p>	
--	--	--	------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				<p>intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus mononobe.</p> <p>Berdasarkan hasil perhitungan debit saluran keseluruhan, maka debit saluran yang ada adalah $Q = 0,273 \text{ m}^3/\text{dtk}$.</p> <p>Dari hasil perhitungan data curah hujan tahun 2002 s/d 2011 didapat debit air hujan sebesar $Q = 0,03197 \text{ m}^3/\text{dtk}$.</p> <p>Jumlah penduduk yang memanfaatkan drainase sebagai tempat pembuangan air limbah rumah tangga, maka didapat debit air limbah rumah tangga $Q = 0,003284 \text{ m}^3/\text{dtk}$.</p> <p>Hasil perhitungan debit yang ada, maka saluran drainase saat ini sangat mencakupi saluran air hujan dan air limbah rumah tangga.</p>	
--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

1.2 Drainase

1.2.1 Pengertian Drainase

Drainase Adalah lengkungan atau saluran air dipermukaan atau dibawah tanah, baik yang berbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Dalam bahasa indonesia, drainase bisa merujuk pada parit dipermukaan tanah atau gorong-gorong dibawah tanah.

Drainase sangat berperan penting untuk mengatur suplai air demi penjegahan banjir. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, dan mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu daerah atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga dapat diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. ^[1]

1.2.2 Jenis-Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek. Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut :

a. Menurut Sejarah Terbentuknya

- 1) Drainase alamiah (Natural Drainage) merupakan sistem drainase yang telah terbentuk secara alami dan tidak ikut campur tangan manusia

- 2) Drainase Buatan (Artificial Drainage) yaitu sistem saluran yang dibuat berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk mendapatkan hasil debit akibat hujan dan ukuran saluran drainase.

b. Menurut Letak Saluran

Menurut letak saluran drainase terbagi menjadi :

- 1) Drainase permukaan tanah (surface drainage) merupakan saluran drainase yang berbeda diatas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya bisa disebut sebagai analisa open chanel flow.
- 2) Drainase bawah permukaan (sub surface Drainage) merupakan saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa paralon), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran dipermukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

c. Menurut Fungsi

Menurut fungsinya saluran drainase terbagi menjadi 2 yaitu:

- 1) Single perpose yaitu saluran yang mempunyai fungsi mengalirkan suatu jenis bangunan, misalnya air hujan atau jenis air yang

bangunan yang lain seperti air limbah industri, limbah domestic dan lain-lain.

- 2) Multi pose yaitu saluran yang mempunyai fungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

d. Menurut Kontruksi

Menurut konstruksinya saluran drainase dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- 1) Saluran terbuka merupakan sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (system terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka untuk didalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu karang, pasangan batu bata.
- 2) Saluran tertutup merupakan saluran drainase untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan sekitar. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah perkotaan utama dengan tingkat kependudukan yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar yang ada.

1.2.3 Menurut Penataan Jaringan

Menurut penataan jaringan drainase terbagi menjadi:

a. Jaringan primer

yaitu saluran yang memanfaatkan sungai dan anak sungai. Saluran drainase ini merupakan saluran induk dari saluran air yang berasal dari saluran sekunder dan saluran tersier. Jadi ukuran saluran primer ini memiliki ukuran yang lebih besar.

b. Saluran sekunder

merupakan saluran yang penghubung saluran tersier dan saluran primer yang di buat dengan menggunakan beton/plasteran semen. Saluran ini merupakan cabang dari saluran primer untuk mengalirkan air dari daerah sekunder kedaerah saluran primer.

c. Saluran tersier

merupakan saluran yang berfungsi untuk mengalirkan limbar rumah tangga kesaluran sekunder. Saluran ini merupakan cabang dari saluran sekunder, saluran tersier ini mempunyai dimensi ukuran yang lebih kecil dari ukuran saluran sekunder dan primer.

d. Saluran kuarter

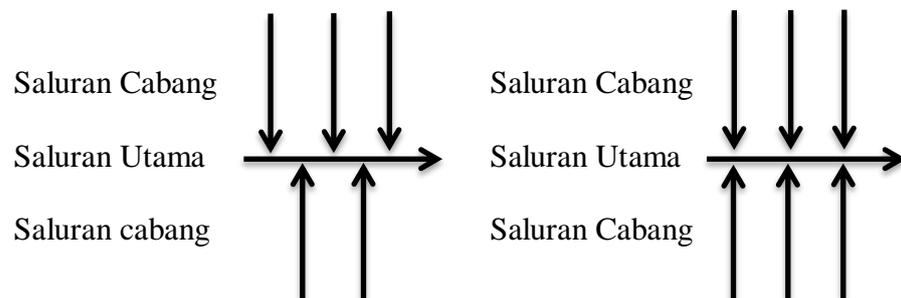
merupakan cabang dari saluran tersier. Merupakan saluran yang lebih kecil ukurannya dari saluran tersier yang terletak di rumah-rumah penduduk yang berupa plasteran, pipa, dan tanah.^[2]

1.2.4 Menurut Pola Jaringan

Dalam perencanaan sistem drainase suatu daerah harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan ini pada suatu kawasan atau wilayah tergantung dari topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. Adapun berbagai macam tipe atau jenis pola jaringan drainase sebagai berikut:

a. Jaringan drainase siku

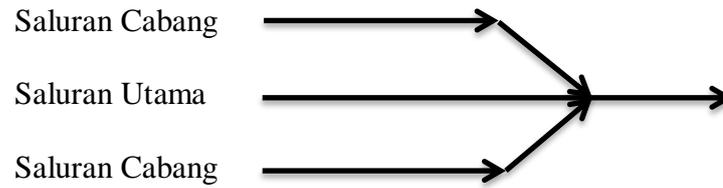
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuangan akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Siku

b. Jaringan drainase parallel

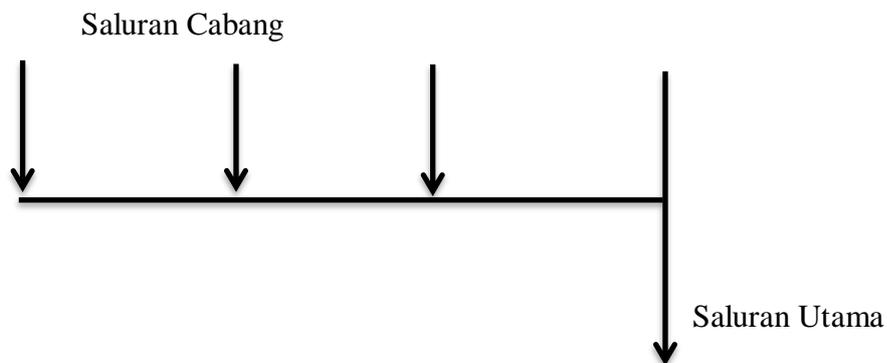
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, serta penampang debit air sungai yang lebih kecil, yang dibuat sejajar satu sama lain dan kemudian masuk kedalam saluran utama. Apabila terjadi perkembangan daerah, saluran-saluran dapat menyesuaikan.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Pararel

c. Jaringan Drainase Grid Iron

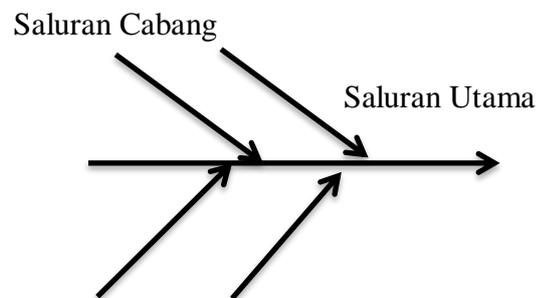
Untuk daerah mana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Grid Iron

d. Jaringan Drainase Alamiah

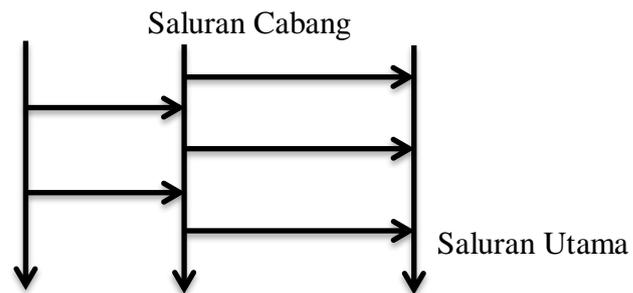
Sama dengan pola siku, hanya pada beban sungai pada alamiah lebih besar.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Alamiah

e. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

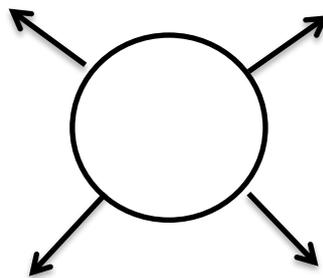
Mempunyai saluran-saluran pembuangan yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk di daerah topografi datar.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

f. Jaringan Radial

Pola ini dibuat pada daerah perbukitan, sehingga pola saluran dapat memancar atau menyebar kesegala arah.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Radial

1.3 Kegunaan Drainase

Drainase mempunyai peran penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase mendefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau wilayah, sehingga wilayah dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Dr. Ir. Suripin, M.Eng.2004)

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 Tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengerikan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai melintas di dalam kota.

Secara umum system drainase dapat diartikan sebagai serangkaian bangunan air yang mempunyai fungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau wilayah, sehingga lahan dapat difungsikan secara maksimal. Tujuan dibuatnya drainase adalah mengalirkan air, baik air hujan maupun limbah rumah tangga melalui suatu saluran dan secepat mungkin diarahkan, atau dikeringkan sehingga air tidak mengendap dan menyebabkan banjir, yang menyebabkan banyak kerugian yang dialami.

Prasarana drainase berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan permukaan bawah tana).

Fungsi dari adanya saluran drainase ini sebagai berikut:

- a. Mengeringkan kawasan yang mengalami endapan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- b. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat cukup
- c. Mengendalikan erosi air tanah, kerusakan jalan umum dan bangunan yang ada
- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan supaya tidak terjadi bencana banjir

1.4 Banjir

Secara hidrologis banjir merupakan peristiwa alam biasa, bahkan sebagian besar dari data alluvial tempat manusia kini berada adalah merupakan dari proses banjir (Suyono, 1993) dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan lahan akan semakin meningkat. Semakin majunya teknologi menyebabkan terjadinya aklerasi pembukaan lahan baru. Daerah yang tadinya daerah resapan dan penahan air menjadi aliran permukaan telah menjadi aliran permukaan karena sebagian besar permukaan telah menjadi relatif kedap terhadap air.

1.4.1 Pengertian Banjir

Banjir biasanya dianggap sebagai kenaikan air sungai yang melebihi keadaan normalnya, atau dalam pengertian umumnya adalah

meluapnya air melebihi kapasitas saluran normal. Banjir dapat dibedakan menjadi banjir luapan dan banjir genangan. Banjir luapan terjadi bila air meluap dan melewati tanggul sungai, sementara banjir genangan terjadi akibat air hujan yang turun tidak memiliki saluran pembuangan atau tertahannya air untuk langsung meresap kedalam.

1.4.2 Penyebab dan Akibat Banjir

Banjir timbul karena alur sungai tidak memiliki kapasitas cukup tinggi sehingga debit aliran yang lewat, timbul luapan-luapan kedaerah dikanan dan dikiri sungai di beberapa tempat selain disebabkan luapan air sungai, dapat ditimbulkan oleh hujan air intensitasnya tinggi dengan durasi yang lama sehingga alur drainasenya tidak mampu mengalirkan air hujannya tersebut.

Pada saat musim penghujan bencana banjir melanda, dampaknya selalu berkembang sesuai dengan tingkat peradaban manusia dan pemanfaatan bentang alam. Banjir akan mengakibatkan kerugian yang secara kuantitatif jauh lebih besar dari masa lalu. Rusaknya jalan dan infrastruktur serta terhalangnya arus lalu lintas berpotensi untuk kelambatan ekonomi, sehingga banjir dimasa kini dan dimasa yang akan datang perlu dicermati karakteristiknya.

1.4.3 Faktor Yang Mempengaruhi Banjir

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi banjir pada suatu wilayah atau kawasan:

- a. Tata letak geografis dan prasarana umum seperti jalan, jembatan, industri dan sebagainya
- b. Besar dan durasi debit sungai yang dipengaruhi oleh intensitas hujan
- c. Pasang surut serta muara sungai
- d. Gangguan terhadap kelancaran aliran pada system drainase (sampah, Lumpur atau radimen lainnya), bangunan liar dan lainnya
- e. Operasi bangunan pengendali / pengatur pola aliran (pintu air serta pompa)

1.4.4 Debit Banjir Rencana

Dalam merencanakan suatu bangunan air salah satunya saluran air, diperlukan suatu hitungan yang akurat yang menyangkut dimensi saluran pengalirannya, sehingga cukup untuk mengalirkan sejumlah volume air tertentu dalam waktu yang lama, bisa disebut dengan debit aliran air, disingkat debit (imam subarka 1980). Besarnya dinyatakan dengan meter kubik tiap detik m^3/det .

Pada perencanaan itu sendiri, misalnya ialah beberapa besar debit air yang harus disalurkan bangunannya. Besar debit suatu saluran pembuangan atau sungai tidak tertentu dan berubah-ubah karena adanya banjir. Sebagai debit air yang harus kita salurkan, kita ambil suatu debit

banjir tertentu yang cukup besar. Banjir ini disebut banjir rencana, yaitu banjir yang dipakai sebagai dasar perhitungan untuk menentukan ukuran bangunan yang akan direncanakan. Penetapan besarnya banjir harus mempertimbangkan aspek hidroekonomis, dan oleh karena itu diperlukan suatu analisis hidrologi^[3]

1.5 Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang keadaan dan distribusi air baik di atas maupun di awal permukaan. Secara umum dapat dikatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang menyangkut masalah kuantitas dan kualitas air yang ada di bumi, dapat dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Hidrologi pemeliharaan, menyangkut tentang pemasangan alat-alat ukur berikut penentuan stasiun pengamatannya, pengumpulan data hidrologi, pengolahan data dan publikasi
- b. Hidrologi terapan, merupakan ilmu terapan yang langsung berhubungan dengan hukum-hukum yang berlaku menurut ilmu murni pada kejadian dalam kehidupan yang menyangkut analisa hidrologi. Sebagai contoh terapan adalah kegiatan perencanaan saluran drainase yang bertujuan mengendalikan banjir dan mengatasi kebutuhan air bagi lahan perkebunan.

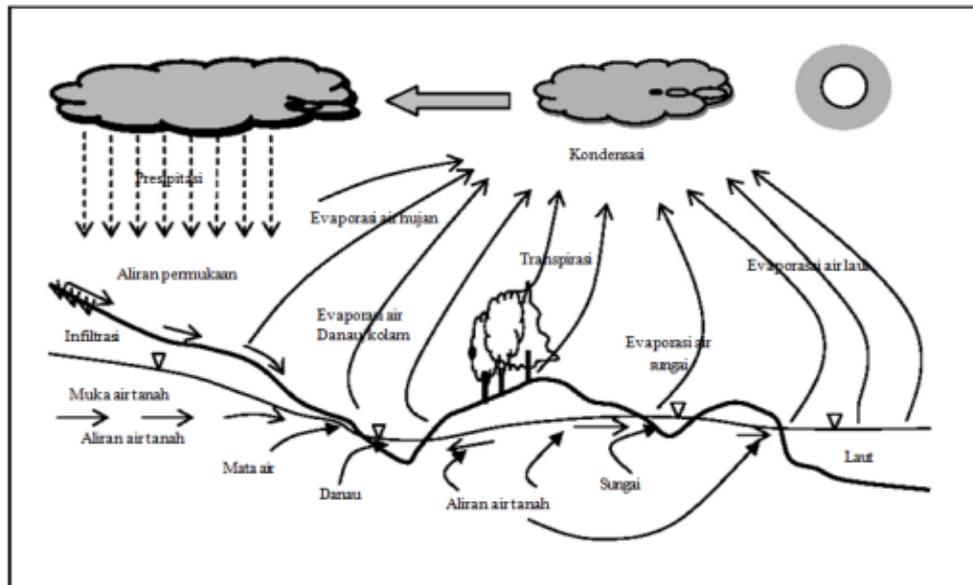
Konsep pokok untuk ilmu hidrologi dapat didefinisikan sebagai berikut, "Hidrologi merupakan ilmu yang membahas tentang seluk

beluk air dibumi, kejadiannya, peredarannya, sirkulasi dan distribusinya, bentuk fisik dan kimiawinya, serta reaksi terhadap lingkungan dan hubungan dengan kehidupan.

1.5.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan serangkaian peristiwa yang menerangkan bagaimana proses air dalam berbagai fase bergerak mulai dari lautan dan daratan, menguap ke atmosfer dan jauh ke permukaan bumi, kemudian kembali ke laut melalui sungai atau tersimpan sementara diberbagai media didalam maupun dipermukaan bumi sebelum kembali ke laut.

Akibat panas yang bersumber dari matahari, maka terjadi penguapan (evaporation), baik dari permukaan air laut, danau, permukaan tanah, maupun penguapan dari permukaan tanaman (evapotranspiration). Uap air didorong oleh angin pada ketinggian tertentu akan diubah menjadi awan. Kemudian apabila kondisi awan memungkinkan maka akan terjadi presipitasi yang berupa hujan maupun salju. Sebagian dari air hujan akan ditampung kembali sampai ke tanah. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan mengalir sebagai limpasan permukaan, dan sebagian akan meresap ke tanah (infiltration). Selanjutnya air dari infiltrasi akan mengalir vertikal (percolation) dan mengalir sebagai aliran air tanah.



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi

1.5.2 Aspek Hidrologi

Dipandang dari aspek ruang dan waktu, distribusi air secara normal adalah tidak ideal. Dalam musim hujan misalnya, apabila tidak ada usaha pengendalian maka akan terjadi banjir. Sedangkan pada musim kemarau terjadi kekeringan. Dari itulah diperlukan bidang ilmu yang menangani dan mempelajari masalah air dan system pendistribusinya.

Hidrologi sebagai salah satu bidang ilmu yang berkenaan dengan masalah air merupakan ilmu yang membahas tentang seluk beluk air yang ada dimuka bumi, serta menyangkut tentang kemampuan untuk meramalkan jumlah air yang tersedia dan serta jumlah air yang dibutuhkan.

1.6 Faktor Penyebab Kerusakan Drainase

Identifikasi terhadap masalah-masalah drainase di perkotaan sangat penting untuk dilakukan demi menemukan solusi yang tepat. Identifikasi masalah-masalah drainase di perkotaan juga diperlukan untuk perencanaan drainase di kawasan perkotaan di masa depan supaya dapat dibuat dengan lebih baik. Berikut ini permasalahan yang kerap dihadapi sistem drainase di perkotaan.

Jenis – jenis kerusakan drainase yaitu sebagai berikut :

a. Bertambahnya jumlah penduduk

Pertambahan jumlah penduduk di kawasan perkotaan jauh lebih cepat dibandingkan di kawasan pedesaan. Jumlah penduduk yang bertambah pasti diikuti pula dengan meningkatnya jumlah limbah, baik berupa sampah maupun limbah cair. Jika tidak disertai dengan penambahan drainase, maka tentunya ketidaknyamanan akan dirasakan.

b. Pengelolaan sampah yang tidak diperhatikan

Pengelolaan sampah harus mendapatkan perhatian yang lebih banyak seiring bertambahnya jumlah penduduk. Sebab sampah berperan besar terhadap pendangkalan dan penyempitan saluran drainase dan juga sungai. Pendangkalan dan penyempitan menyebabkan saluran drainase tak mampu menampung debit air sehingga muncul genangan atau bahkan banjir.

c. Tanah ambles

Pengambilan air tanah yang berlebihan bisa memicu amblesnya tanah. Beberapa bagian kawasan di perkotaan bisa berada di bawah muka air laut pasang.

d. Kurangnya koordinasi dan sinkronisasi dengan infrastruktur yang lain

Salah satu contoh kurangnya koordinasi dan sinkronisasi yang dimaksudkan adalah sering ditemukannya tiang listrik di tengah saluran drainase. Contoh lainnya, keberadaan pipa air PDAM yang memotong saluran penampang basah, atau penggalian saluran drainase yang kemudian merusak prasarana yang telah ada sebelumnya karena minimnya informasi.

e. Tingkat kesadaran masyarakat yang rendah

Kesadaran masyarakat masih terbilang begitu rendah tentang permasalahan-permasalahan yang dihadapi sebuah kawasan perkotaan. Misalnya saja mengenai pengelolaan limbah rumah tangga.

Permasalahan-permasalahan drainase di perkotaan tak boleh dibiarkan begitu saja. Sebab permasalahan tersebut akan menimbulkan ketidaknyamanan dan bahkan gangguan kesehatan. Tetapi memperbaiki atau membangun drainase di kawasan perkotaan bukan satu-satunya solusi untuk mengatasi masalah drainase di kawasan perkotaan. Ada beberapa solusi untuk menangani masalah drainase di perkotaan yang wajib dilakukan.

1.7 Koefisien Pengaliran Drainase

Besar debit aliran pada satu kawasan atau daerah yang sangat dibutuhkan untuk menentukan dimensi saluran. Sebab itu, perlu koefisien pengaliran yang dapat menghitung debit aliran itu. Besarnya pengaliran dapat dinyatakan dengan dimensi ukuran yang tinggi. Dalam hal ini di sebut aliran tinggi. 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

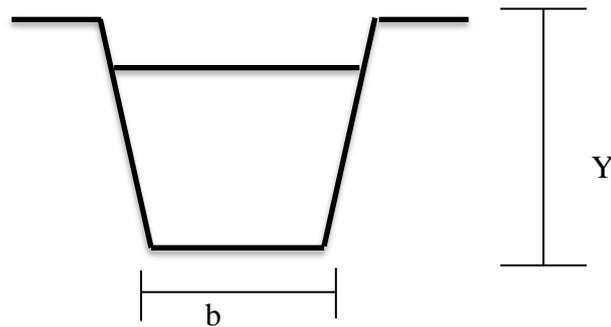
h aliran = Tinggi aliran (m)

h hujan = Tinggi hujan (m)

1.7.1 Bentuk Saluran

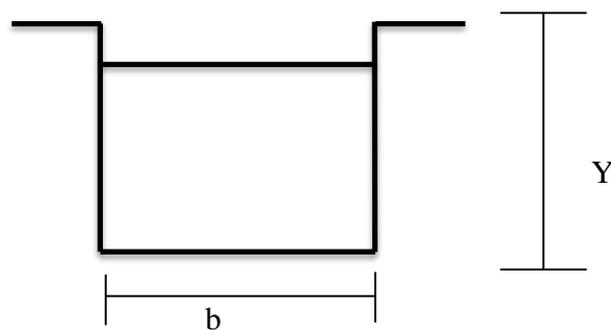
Bentuk-bentuk saluran drainase tidak jauh berebeda bentuk nya sama dengan seperti saluran irigasi pada umumnya. Dalam perencanaan dimensi saluran yang terlalu besar berate tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran dimensi ukuran yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena tampungan yang tidak memadai. Adapun saluran drainase dalam berbagai bentuknya ,sebagai berikut:

- a. Trapesium, pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah tetapi tidak menutup kemungkinan dari pasangan batu. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Fungsi dari saluran ini untuk mengalirkan air hujan, buangan limbah rumah tangga, dan irigasi.



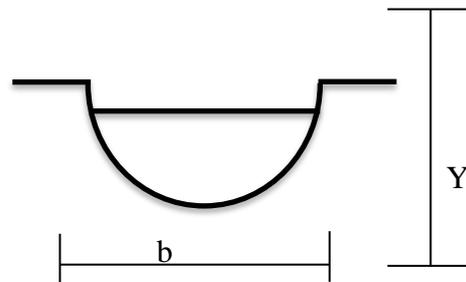
Gambar 2.6 Drainase Trapesium

- b. Empat persegi panjang, merupakan saluran yang terbuat dari batu atau beton, bentuk saluran ini tidak terlalu membutuhkan ruangan dan areal.



Gambar 2.7 Saluran Drainase Empat Persegi Panjang

- c. Setengah lingkaran, saluran ini mempunyai fungsi sebagai saluran air hujan dan buangan limbah rumah tangga. Saluran ini dapat dibuat dari pasangan batu atau dari pipa-pipa beton.



Gambar 2.8 Saluran Drainase Setengah Lingkaran

1.7.2 Ukuran Saluran

Ukuran atau dimensi saluran drainase mempunyai dukungan sangat penting dalam hal perencanaan drainase, karena ukuran drainase yang sesuai dengan kondisi lahan akan mengurangi akibat buruk yang nanti akan di timbulkan. ^[4]

1.7.3 Macam Material

Lapis dasar saluran dan dindingnya dapat dibuat dari beton, pasangan batukali, pasangan batu bata, aspal, besi cor, katu, baja plastik, atau dari tanah. Pemilihan material akan mempengaruhi kemiringan dinding saluran.

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 adalah kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. 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.

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

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

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

1.8 Curah Hujan

- a. Curah hujan yang dipergunakan untuk penyusup suatu rancangan pemanfaat air dan pengendalian banjir adalah curah hujan harian maksimum yang terjadi pada daerah yang akan di analisa yang terukur pada stasiun pencatatan hujan. Jika lamanya hujan lebih panjang, maka lamanya limpasan permukaan juga menjadi lebih panjang dimana limpasan permukaan adalah air yang tertanam dipermukaan tanah. Lamanya curah hujan juga menyebabkan penurunan kapasitas infiltrasi. Untuk curah hujan yang dalam jangka waktu panjang, limpasan permukaan akan menjadi lebih besar meskipun intensitasnya relative sedang. Pengaruh intensitas hujan pada limpasan permukaan tergantung dari kapasitas infiltrasi. Jika intesitas curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi. Jika intensitas curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi, maka limpasan permukaan segera meingkat sesuai dengan peningkatan infiltrasi curah hujan. Akan tetapi besarnya peningkatan limpasan tidak sebandingan dengan curah hujan lebih, yang mana terjadi oleh efek endapan dipermukaan tanah.

- b. Walaupun hubungan antara cuaca hujan dan limpasan tidak didefinisikan dengan baik. Limpasan biasanya biasanya naik sebanding dengan curah hujan pada dataran saluran drainase. Karakteristiknya kolam dan kondisi sebelumnya, perembesan tertentu, mempunyai pengaruh yang tidak baik pada poporsi curah hujan yang kemudian menjadi limpasan. Misalny, sebagian curah hujan ynag turun pada tanah keras atau tanah jenuh melimpah dengan cepat, sedangkan sebagian besar hujan yang turun pada tanah yang kering dan poris akan melakukan infiltrasi. Kolerasi antara selang kejadian turun hujan dan selang kejadian limpasan puncak kecil. Namun penelitian menunjukkan bahwa apabila limpasan puncak dan turun hujan dianggap terpisah, maka perbandingan laju limpasan puncak untuk frekuensi yang diketahui ke intensitas pada frekuensi yang sama tetap konstan untuk berbagai frekuensi. Hal ini bahwa curah hujan dapat digunakan untuk memperkira banjir dyang direncanakan, walau turun hujan untuk frekuensi yang diketahui jarang menghasilkan limpasan puncak pada frekuensi yang sama dengan untuk satu kali hujan. Curah hujan yang deras tidak akan mengakibatkan kenaikan permukaan air karena air hujan yang menginfiltrasikan akan tertahan sebagai kelembaban tanah. Begitupun sebaliknya, apabila kelembaban tanah tersebut sudah meingkat karna curah hujan terdahulu yang cukup besar, maka kadang kadang curah hujan

dengan intensitas yang kecil dapat mengakibatkan kenaikan permukaan dan menyebabkan banjir.

- c. Curah hujan mempunyai pengaruh besar terhadap limpasan secara tidak langsung, suhu, kecepatan angin, kelembaban realtive, tekanan udara rata-rata, curah hujan tahunan dan lainnya hubungan satu dengan yang lain juga mengontrol iklim didaerah tersebut dan mempengaruhi limpasan. Untuk mendapatkan hasil perhitungan dengan ketelitian yang cukup, maka diperlukan data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pencatat yang terdapat didaerah terdekat.^[5]

1.8.1 Karakteristik Curah Hujan

Macam-macam karakteristik hujan sebagai berikut :

- a. Durasi

Durasi hujan adalah lama kejadian (menitan, perjam an, harian) diperoleh terutana dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase waktu hujan seing dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan dibutuhkan durasi yang cukup pendek, mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan.

- b. Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau kedalaman air hujan tiap satuan waktu (mm/ jam atau

mm/menit). Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung lamanya turun hujan dan frekuensi terjadinya. Data intensitas hujan didapat dengan cara melakukan analisis secara statistic dan emperis. Besarnya intensitas hujan dapat dihitung dengan data curah hujan harian maksimum.

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 countrentration (jam)

tc : to + td

Dimana :

to (waktu masuk/ intel time) yaitu waktu yang dibutuhkan permukaan mengalir dari titik jenuh sampai ketempat fasilitas saluran pembuangan terdekat, lamanya waktu (intel time) tergantung pada panjangnya aliran, karakteristik tanah. tc (waktu saluran) yaitu waktu yang dibutuhkan oleh aliran permukaan untuk mengalirkan didalam saluran dimana saluran dicari dengan menggunakan rumuas

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

Dimana :

t_d : waktu saluran (detik)

L : panjang saluran (m)

V : kecepatan saluran (m/detik)

c. Lengkungan Intensitas

Lengkungan intensitas hujan merupakan grafik menyatakan bahwa hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan atau durasi hujan. Hubungan ini dinyatakan dalam bentuk lengkung intensitas hujan dengan kal ulang hujan tertentu.

d. Waktu Konsentrasi

Merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengalir air dari titik yang paling jauh dalam daerah aliran untuk mengalir menuju kesatu titik control atau profil melintang saluran tertentu yang ditinjau bagian hilir suatu daerah pengaliran setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi (Ir. Suripi 2003).

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

Dimana :

t_c : waktu konsentrasi

L : panjang lereng (km)

S : kemiringan lereng

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik

kontrol yang ditentukan bagian hilir satu saluran. Pada prinsipnya waktu konsentrasi dibagi menjadi dua yaitu :

1) Intel time (t_o)

Merupakan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir keatas permukaan tanah menuju saluran drainase. 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)

Merupakan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir sepanjang saluran sampai titik control yang ditentukan bagian hilir, waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

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

Lama waktu mengalir dalam saluran ini ditentukan dengan rumus sesuai dengan kondisi salurannya, untuk saluran alami, sifat-sifat hidroliknya ditentukan, maka (t_d) dapat ditentukan dengan menggunakan perkiraan kecepatan air.

2.8.2 Hujan Rata-Rata Daerah Aliran

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

a. Cara rata – rata Aljabar

Metode ini cara paling sederhana, yaitu perhitungan hujan kawasan dengan cara merata-rata tinggi curah hujan yang terukur

dalam daerah yang ditinjau secara arimatik. Keuntungan cara ini adalah lebih obyektif jika dibandingkan dengan cara lain. Hasil yang diperoleh dengan cara ini tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat dengan cara lain jika dipakai pada :

- 1) Daerah datar
- 2) Stasiun penakarnya banyak dan tersebar merata, serta
- 3) Masing-masing data tidak bervariasi banyak dari nilai rata-ratanya.

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan didalam 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. Cara Polygon Thiessen

Jika titik-titik didaerah pengamatan didalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan.

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

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

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

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.

Cara thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara aljabar. Akan tetapi penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat. Kerugian yang lain umpamanya untuk penentuan kembali jaringan segitiga jika terdapat kekurangan pada salah satu titik pengamatan.

c. Cara Isoyet

Cara ini merupakan cara rasional yang terbaik dalam merata-ratakan hujan pada suatu daerah, jika garis-garis digambar dengan akurat. Cara ini dipakai bila stasiun curah hujan cukup banyak dan tersebar merata pada daerah aliran sungai. Cara ini agak sulit mengingat proses penggambaran pada isohyet (serupa engan garis kontur pada peta topografi), harus mempertimbangkan topografi, arah angin dan factor didaerah yang bersangkutan. Lokasi stasiun dan besar datanya diplot dalam peta. Kemudian digambar garis yang menggunakan curah hujan yang sama (prosesnya sama dengan penggambaran garis kontur pada peta topografi) dengan perbedaan interval berkisar antara 10 sampai 20mm. Luas bagian daerah antara dua garis isohyet bedekatan yang termasuk bagian-bagian daerah itu kemudian diukur dengan planimetri. Hujan rata-rata dapat dengan rumus pendekatan :

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

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)

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa periode ulang. Pada analisis frekuensi digunakan metode-metode distribusi yang sering digunakan antara lain yaitu^[6]:

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

Dalam statistic 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 (R_i)

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

- 2) Simpanan Baku (S)

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

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. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode distribusi periode 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun.

Uraian metode – metode yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

1) Metode Distribusi Normal

Merupakan fungsi distribusi komulatif (CDF) normal atau dikenal dengan distribusi gaus. 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 tipe distribusi ini dapat digunakan. Penggambaran distribusi teoritisnya mengikuti persamaan berikut :

$$R_T = R_i + KS \quad (2.17)$$

$$K = Z = W - \frac{2,515517 + 0,802853W + 0,010328W^2}{1 + 1,432788W + 0,189269W^2 + 0,001308W^3} \quad (2.18)$$

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

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

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

Distribusi ini adalah hasil transformasi dari distribusi normal, dengan menggantikan variable-variable menjadi nilai 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:

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

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

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

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

Parameter statistic yang diperlukan oleh distribusi long pearson type III adalah $C_s = 0$ dan $C_k = 4-6$. Persamaan distribusi teoritisnya mengikuti persamaan berikut :

$$\text{Log } R_T = \text{long } R_i + KS \quad (2.24)$$

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

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

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

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

Dimana :

Long R_T : Logaritma besarnya variable dalam periode ulang T tahun

Long 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

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 usaha-usaha untuk menjaga agar sarana prasana drainase selalu berfungsi dengan baik selama mungkin, selama jangka waktu pelayanan yang direncanakan.

2.10.1 Perawatan Rutin

Kegiatan perawatan adalah untuk mempertahankan kondisi atau fungsi sistem tanpa ada bagian konstruksi yang diubah atau diganti dan dilaksanakan setiap waktu. Kegiatan ini meliputi antara lain :

a. Drainase saluran terbuka

Saluran drainase primer biasanya berupa saluran terbuka, baik berupa saluran dari tanah, pasangan batu kali atau beton. Saluran ini dilengkapi dengan tanggul atau jalan inspeksi. Kegiatan perawatan rutin pada umumnya meliputi:

- 1) Membabat rumput pada tebing saluran (untuk saluran air tanah)
- 2) Membersihkan sampah, tumbuhan pengganggu yang ada di dalam saluran
- 3) Memperbaiki longsoran-longsorannya kecil yang terjadi di lereng saluran
- 4) Membenahi dinding saluran yang retak atau rusak, dan merapikan bentuk profil saluran

b. Drainase saluran tertutup

Pada kawasan perkotaan yang padat, saluran drainase biasanya berupa saluran tertutup. Saluran ini dapat terbuat dari buis beton yang dilengkapi dengan lubang kontrol, atau saluran pasangan batu kali/beton yang diberi plat tutup dari beton dari beton bertulang. Karena tertutup, maka perubahan penampang saluran akibat sedimentasi, sampah dan lain-lain. Tidak dapat terlihat dengan mudah, oleh karena itu kegiatan pemeliharaan perlu didahului dengan inspeksi saluran.

2.10.2 Perawatan Berkala

Perawatan berkala ini merupakan usaha untuk mempertahankan kondisi dan fungsi sistem, tanpa ada bagian konstruksi yang diubah atau diganti dan dilakukan secara berkala. Kegiatan ini meliputi antara lain:

a. Drainase saluran terbuka

Disamping kegiatan rutin, perlu juga dilakukan pemeliharaan berkala dengan skala yang lebih besar, yaitu mengeruk atau mengangkat endapan lumpur disepanjang saluran, dilakukan setiap periode tertentu (biasanya antara 1-4 tahun), dilakukan pada saat musim kemarau. Pekerjaan ini dilakukan untuk mempertahankan penampang saluran, karena aliran airnya tidak mampu mengalirkan endapan lumpur dan sampah cukup tinggi.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk membersihkan saluran dari endapan sedimen atau lumpur yaitu:

- 1) Pengerukan menggunakan peralatan berat. Alat berat yang digunakan biasa digunakan antara lain backhoe, clamshell dan dump truck
- 2) Material hasil pengerukan yang berupa lumpur dan pasir dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan selama material tersebut tidak mengandung logam atau bahan berbahaya lainnya.

b. Drainase saluran tertutup

- 1) Saluran tertutup juga mengalami pengendapan yang tidak kalah tinggi, sehingga perlu juga dilakukannya dengan pengerukan. Pelaksanaan pengerukan sedimen pada saluran tertutup lebih sulit dibandingkan dengan saluran terbuka, sehingga diperlukan pengawasan yang cukup ketat.
- 2) Pembersih saluran tertutup yang berukuran cukup besar, dimana orang dapat masuk dengan leluasa, dapat dilakukan secara manual. Sedangkan saluran atau pipa yang berukuran kecil hal ini tidak mungkin untuk dilakukan.

2.11 Perhitungan Debit

Dalam perhitungan debit maksimum pada suatu saluran dimana ada menyangkut hidrologi didalamnya, sering dijumpai dalam perkiraan banjirnya dihitung dengan metode yang sederhana dan praktis, dimana dalam teknik perhitungannya dengan memasukan faktor, curah hujan, keadaan fisik dan sifat hidrolika daerah aliran, pertumbuhan penduduk yang mempengaruhi jumlah buangan limbah domestik, dan kapasitas saluran.

2.11.1 Kemiringan Lahan

Untuk menentukan kemiringan lahan atau lereng diperlukan peta kontur, dari peta kontur dapat diketahui arah aliran pada suatu daerah

pengaliran yang dialirkan melalui titik-titik tertinggi hingga ketempat penampungan atau pembuangan. Kemiringan rata-rata daerah pengaliran adalah perbandingan dari selisih tinggi antara tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap jarak kemiringan rata-rata lahan didapat beda tertinggi dan terendah, dari jarak yang ditempuh dari tempat elevasi titik tertinggi sampai ketempat elevasi muka tanah yang terendah, perhitungan kemiringan lahan didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

$$S = \frac{S_o - S_i}{0,9.L} \quad (2.33)$$

Dimana :

S : Kemiringan Lahan

H : Selisih ketinggian antara tempat terjauh dengan tempat pengamatan

S_o : Elevasi tertinggi pada muka tanah

S_i : Elevasi terendah pada muka tanah

L : Jarak Interval pengamatan pengaliran sampai pengamatan

2.11.2 Perhitungan Debit Aliran (Debit Hujan)

Debit aliran adalah yang akan digunakan untuk menghitung dimensi saluran, didapat dari debit yang berasal dari limpasan air hujan dan debit aliran air limbah rumah tangga, dengan 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 tergantung dari kondisi peruntukan area tersebut. Pada area yang masih alami besarnya debit banjir cenderung lebih kecil dibandingkan dengan area yang sudah dikembangkan pada kondisi yang sama. Untuk daerah kawasan meresapnya air sering kali tidak tercapai.. 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 Alir Rumah Tangga

Debit air limbah rumah tangga didapat dari jumlah 60% -70% suplay air bersih setiap orang, diambil 70% saja, sisanya dipakai pada proses industri, penyiraman kebun dan lain-lain dengan rumus:

$$Q_{\text{air kotor}} = \text{jumlah orang} \times \text{air bersih} \times 70\%$$

Untuk mempermudah hitungan, jumlah penduduk digunakan kepadatan Penduduk rata-rata = $\frac{\text{jumlah rumah} \times \text{jumlah orang}}{\text{Luasan}}$ sehingga, $Q_{\text{air kotor}} =$

kepadatan penduduk rata-rata \times suplay air bersih \times 70%. Dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{\text{limbah}} = 70\% \times p \times q \quad (2.35)$$

Dimana :

Q : debit air limbah rumah tangga (m³/detik)

P : Jumlah penduduk (jiwa)

q : Minimal kebutuhan air (liter/ jiwa/ hari)

Standar pemakaian air bersih di Indonesia adalah 165 liter/ jiwa/ hari.

2.11.4 Debit Saluran / Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran didapat setelah melakukan pengukuran dimensi saluran dilapangan. Penaksiran kapasitas tampung saluran pada sebagian tampang melintang adalah dengan mengendalikan bahwa aliran saluran dalam kondisi seragam. Rumus yang digunakan secara umum untuk perhitungan hidrolika pada penampang saluran yang sama digunakan persamaan manning, dengan mengalirkan kecepatan aliran dengan luas penampang basah.

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

$$A = \frac{Q}{V} \quad (2.37)$$

Dimana

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

A : Luas Penampang Tegak Lurus (m^2)

V : Kecepatan Rata-rata (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 hidrolis (m)

S : kemiringan Dasar saluran

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 (m/detik)

C : Koefisien kekasaran Chezy

R : Jari-jari dirolis (m)

S : Kemiringan dasar saluran

3. persamaan sticker

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

Dimana :

V : Kecepatan rata-rata (m/detik)

K_{st} : Koefisien kekasaran Chezy

R : Jar-jari hidrolis (m)

I : Kemiringan dasar 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 sumus resapan	0,20-0,30
	❖ Kawasan perdagangan	0,90-0,95

Pedesaan	❖ 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