

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir

Banjir adalah debit aliran air sungai yang secara relatif lebih besar dari biasanya normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya. Mitigasi sebagaimana dimaksud dalam UU No 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Pasal 44 huruf c adalah untuk mengurangi risiko bencana bagi masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana. Mitigasi bencana sebagaimana dimaksud dalam PP No 21. Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Pasal 15 huruf c adalah mengurangi risiko dan dampak yang diakibatkan oleh bencana terhadap masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana (Ayu Sekar Ningrum, 2020). Adapun beberapa jenis banjir berikut ini :

1. Banjir Bandang
2. Banjir Air
3. Banjir Lumpur
4. Banjir Rob (Banjir Laut Air Pasang)
5. Banjir Cileunang

2.2 Penelitian Terdahulu

Menurut Eri Prawati, Eva Rolia dan Faldan Ashiddiqy, 2022 dengan penelitian tentang ANALISA SISTEM DRAINASE TERHADAP PENANGGULANGAN BANJIR DAN GENANGAN DI KECAMATAN METRO TIMUR – KOTA METRO – LAMPUNG. Pada ruas jalan di Kecamatan Metro Timur - Kota Metro telah terjadi banjir di beberapa titik-titik jalan tersebut yang diakibatkan oleh limpasan dari saluran drainase. Limpasan tersebut yaitu terjadi karena saluran drainase tidak mampu lagi menampung debit air yang tinggi akibat hujan yang terjadi kurang lebih 2 jam dan menimbulkan banjir setinggi 30 sampai 50 cm.

Akibat banjir tersebut menyebabkan terganggunya aktifitas masyarakat ruas jalan di Kecamatan Metro Timur - Kota Metro. Banyak dugaan mengenai faktor penyebab terjadinya banjir di ruas jalan di Kecamatan Metro Timur - Kota Metro salah satunya karena saluran drainase yang mengecil dan saluran yang tidak di rawat dengan baik sehingga saluran drainase tersebut tidak mampu lagi menampung debit air yang tinggi sehingga dapat menyebabkan limpasan air pada area sekitar saluran, dan menyebabkan banjir sehingga membuat aktivitas masyarakat sekitar terganggu. Sistem drainase perkotaan merupakan salah satu komponen prasarana perkotaan yang sangat erat kaitannya dengan penataan ruang. banjir yang sering melanda sebagian besar wilayah dan kota di Indonesia disebabkan oleh kesemrawutan penataan ruang. Kolam retensi juga berfungsi untuk menyimpan dan menampung air sementara dari saluran pembuangan sebelum dialirkan ke sungai sehingga dapat mengurangi debit banjir. perencanaan ini yaitu menggunakan tipe kolam retensi di samping badan sungai. Kolam retensi yang direncanakan memiliki panjang sebesar 58 meter dan lebar 24 meter, sehingga memiliki luas 1392 m² dengan kedalaman 3 meter dan tinggi jagaan 0,5 meter. Kemiringan tanggul 1:2, keliling kolam retensi sebesar 164 meter.

Menurut Julian Sulistyو dan Wati Asriningsih Pranoto, 2020 dengan penelitian tentang ANALISIS PENYEBAB BANJIR KELURAHAN TANJUNG DUREN UTARA. Banjir merupakan bencana alam yang terjadi karena berbagai faktor. Faktor penyebab banjir di wilayah perkotaan yang kita ketahui secara umum adalah kurangnya resapan air, sistem tata ruang yang kurang baik, kiriman air dari wilayah lain, banyaknya sampah di saluran drainase dan juga curah hujan yang tinggi. Banyak sekali kerugian yang ditimbulkan akibat banjir, mulai dari terganggunya aktivitas warga sekitar hingga kerusakan pada fasilitas umum maupun pribadi. Di wilayah Kelurahan Tanjung Duren Utara tercatat sudah tiga kali mengalami banjir selama bulan Januari 2020. Jurnal ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya banjir di daerah Tanjung Duren Utara sehingga bisa dicari solusinya. Untuk itu ada beberapa hal yang perlu dianalisis yaitu curah hujan, kapasitas saluran dan keadaan saluran eksisting. Kontur daerah yang ditinjau merupakan dataran rendah yang berbentuk cekung

sehingga memiliki potensi banjir. Setelah semua analisis dilakukan dapat disimpulkan bahwa banjir di kawasan Tanjung Duren Utara disebabkan oleh kurangnya kapasitas saluran eksisting, kontur wilayah, sampah dan sedimen di dasar saluran.

Menurut (Kautsar & Soebagio, 2023) dengan penelitian tentang Kajian Banjir Di Wilayah Tengger Kandangan, Kecamatan Tandes, Surabaya. Permasalahan banjir terjadi setiap tahun di wilayah Tengger Kandangan. Tinggi genangannya adalah 22,82 cm selama kurang lebih 26,07 menit, sehingga diperlukan kajian banjir untuk menangani masalah tersebut. Curah hujan rencana yang dipakai pada studi banjir ini ialah data selama lima tahun (R5) dengan Metode Log Pearson III sebesar $R5 = 68,684$ mm. Digunakan Metode Rasional dengan periode ulang 5 tahun untuk menganalisis debit banjir. Hasil analisa debit rencana akan dibandingkan dengan kapasitas saluran eksisting yang dihitung dengan perumusan Koefisien Strickler. Hasil analisa menunjukkan terdapat dua saluran sekunder yang tidak dapat lagi menampung total debit banjir rencana. Saluran yang tidak dapat menampung debit banjir ialah diakibatkan oleh kecilnya dimensi saluran yang ada, maka diperlukan perencanaan ulang (redesign) dengan dimensi saluran yang sesuai dengan kebutuhannya. Hasil desain ulang saluran tersebut di dapat dimensi baru untuk saluran Tengger Kandangan sebesar 200/460 cm.

Menurut Prasetyo, Rizqi Dwi, Yosef Cahyo, dan Ahmad Ridwan, 2019 dengan penelitian tentang Analisa Perencanaan Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek. Di daerah industri atau pemukiman padat penduduk umumnya ditemukan saluran yang berfungsi selain untuk mengalirkan air hujan juga sekaligus untuk pembuangan air limbah domestik ataupun air kotor dari rumah tangga. System drainase sering menjadi pokok masalah dalam terjadinya banjir, maka perlu di Analisa bagaimana kinerjanya dan ketahanan terhadap banjir di Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek. Untuk analisis sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir penulis menggunakan metode perhitungan Van-Breun dan Mononobe untuk mengetahui angka debit air yang masuk, dimensi ideal saluran untuk menampung saluran debit air masuk dan menghitung rencana anggaran biaya (RAB)

pembangunanya. Dari hasil analisa didapatkan debit komulatif air hujan dan air kotor yang masuk ke drainase sebesar $0.4695 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dari perhitungan didapatkan dimensi saluran drainase yang ideal agar mampu untuk menampung limpasan air hujan dan debit air kotor dengan menggunakan saluran berbentuk persegi, dimana tinggi saluran 1,5 m semuanya ditambahkan dengan tinggi jagaan air sebesar 0,2 m dan lebar 0,7 m dengan panjang 500 m.

2.3 Penyebab Banjir

Banjir yang terjadi di daerah perkotaan umumnya terjadi akibat adanya luapan air yang tidak dapat tertampung oleh sistem drainase perkotaan seperti sungai, gorong-gorong, parit dan saluran pengaliran air lainnya. Perubahan guna lahan di kawasan hulu menyebabkan semakin banyak debit air yang menuju ke sistem drainase sehingga akan membebani kapasitas sistem drainase tersebut.

Secara umum, variabel penelitian berupa faktor-faktor penyebab banjir yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perubahan Guna Lahan

Banjir disebabkan oleh beberapa faktor, tapi umumnya disebabkan oleh adanya perubahan guna lahan di daerah tangkapan air yakni daerah hulu/upland (Hermon, 2015; Rosyidie, 2015). Pertambahan jumlah penduduk akibat urbanisasi, tidak teraturnya tata ruang perkotaan dan pemanfaatan guna lahan yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang telah mengakibatkan meningkatnya permasalahan banjir di wilayah perkotaan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya peningkatan kawasan kedap air di area perkotaan sehingga menyebabkan peningkatan run off.

b. Curah hujan dan jenis tanah

Menurut Birhanu et al., (2016), banjir di perkotaan semakin diperparah oleh adanya hujan lebat dan peristiwa iklim yang ekstrem disamping akibat adanya perubahan dramatis terhadap guna lahan. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan volume air yang masuk ke dalam sistem drainase misal sungai, melebihi kapasitas rencana. Bilamana volume air yang masuk melebihi tebing sungai, maka akan menimbulkan banjir atau genangan termasuk bobolnya tanggul sungai. Jenis tanah tertentu juga memiliki perbedaan respon terhadap curah

hujan. Tanah dengan tekstur halus memiliki peluang untuk mengalami kejadian banjir lebih tinggi daripada tekstur tanah yang lebih kasar. Hal tersebut dikarenakan semakin halus tekstur tanah menyebabkan air yang berasal dari hujan sulit untuk meresap ke dalam tanah atau permeabilitasnya rendah (Sudirman et al., 2014).

c. Tingkat kelerengan Semakin landai

Kemiringan lereng suatu daerah, maka akan semakin besar peluang kawasan tersebut mengalami banjir, demikian pula sebaliknya. Semakin curam kemiringan lereng suatu daerah maka akan semakin aman kawasan tersebut dari banjir (Darmawan et al., 2017). Perubahan kelandaian lahan dari kemiringan lereng curam ke kemiringan lereng yang landai/datar juga akan menciptakan daerah Apex yang akan menimbulkan perubahan kecepatan aliran permukaan. Hal tersebut yang kemudian akan menimbulkan banjir dengan kecepatan aliran permukaan tinggi atau biasa disebut banjir bandang (Mulyanto et al., 2012).

d. Erosi dan sedimentasi

Akibat perubahan guna lahan maka terjadi erosi yang akan mengakibatkan timbulnya sedimentasi pada sistem drainase/sungai. Sedimen masuk ke dalam sistem saluran drainase bersamaan dengan aliran air permukaan yang berasal dari hujan. Sedimentasi yang masuk ke dalam sistem sungai akan menyebabkan daya tampung sungai menjadi berkurang (Kodoatie & Sjarief, 2010). Tutupan lahan vegetatif yang rapat seperti semak-semak dan rumput merupakan penahan laju erosi paling tinggi.

e. Kapasitas drainase yang tidak memadai

Pengurangan kapasitas tampung drainase disebabkan oleh adanya sedimentasi dan faktor lain yang disebabkan oleh manusia, seperti tersumbatnya saluran akibat sampah yang dibuang secara sengaja ke dalam sistem drainase (Douglas et al., 2008). Hal tersebut menyebabkan volume air yang dapat tertampung berada di bawah volume rencana kapasitas drainase yang seharusnya. Di samping itu, penurunan kapasitas drainase dapat disebabkan oleh adanya bangunan yang berada di sempadan sungai sehingga menghambat aliran dan menyulitkan operasi pemeliharaan sungai (Kodoatie & Sjarief, 2010).

Dari uraian di atas, faktor penyebab banjir dapat digolongkan menjadi 2 (dua) jika dilihat dari asal penyebabnya yakni yang berasal dari alam dan yang berasal dari manusia.

2.4 Hujan

Hujan merupakan salah satu faktor cuaca. Hujan adalah jatuhnya hidrometeor yang berupa partikel-partikel air dengan diameter 0.5 mm atau lebih. Jika jatuhnya sampai ke tanah maka disebut hujan, akan tetapi apabila jatuhnya tidak dapat mencapai tanah karena menguap lagi maka jatuhnya tersebut disebut virga. Hujan juga dapat didefinisikan sebagai uap yang mengalami kondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses hidrologi. Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Agar dapat terjadi hujan, diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu dan asam belerang. Titik-titik kondensasi ini mempunyai sifat dapat mengambil uap air dari udara. Curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan millimeter atau inchi. Namun di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan millimeter (mm). Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Sedangkan intensitas curah hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman (Sains & Pendidikan Fisika, 2015).

2.5 Drainase

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/ atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak

diinginkan pada suatu daerah, serta cara- cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut.

2.5.1 Fungsi Drainase

Drainase di dalam kota berfungsi untuk mengendalikan kelebihan air permukaan, sehingga tidak akan mengganggu masyarakat yang ada di sekitar saluran tersebut.

Drainase dalam kota mempunyai fungsi sebagai berikut:

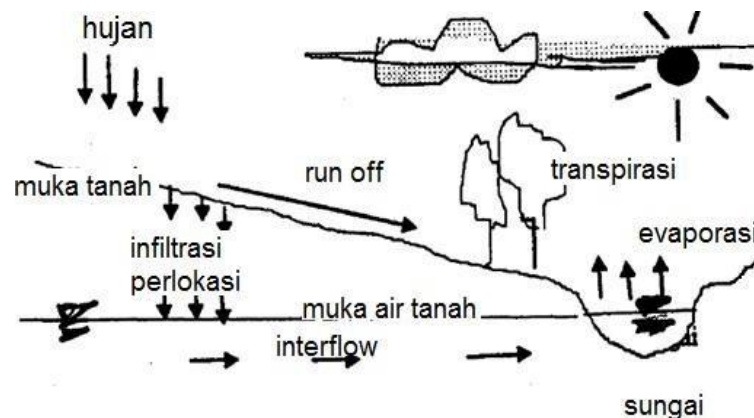
1. Untuk mengalirkan genangan air atau banjir ataupun air hujan dengan cepat dari permukaan jalan
2. Untuk mencegah aliran air yang berasal dari daerah lain atau daerah di sekitar jalan yang masuk ke daerah perkerasan jalan
3. Untuk mencegah kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan oleh genangan air dan jalan.

Menurut (Wesli, 2008 dalam Arif, 2015) dalam sebuah system drainase digunakan saluran sebagai sarana mengalirkan air yang terdiri dari saluran interceptor, saluran kolektor dan saluran konveyor. Masing-masing saluran mempunyai fungsi yang berbeda.

2.5.2 Jenis- jenis drainase

Jenis drainase perkotaan dapat dibedakan berdasarkan sejarah terbentuknya, tempat pengaliran, fungsi dan jenis salurannya. Menurut sejarah terbentuknya drainase dibagi menjadi dua macam yaitu:

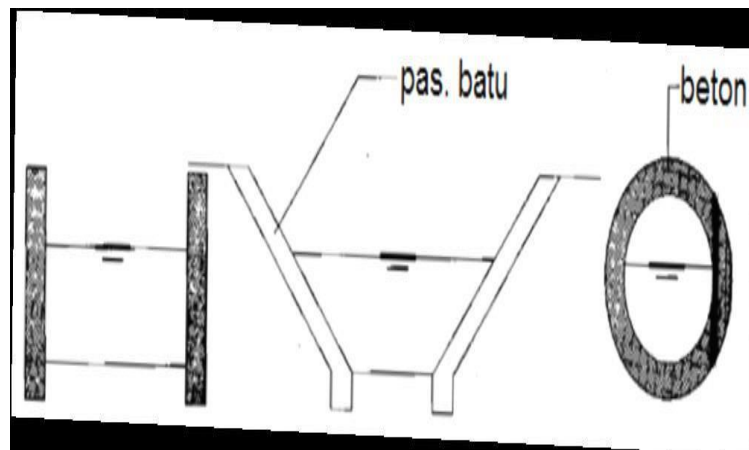
1. Drainase alami adalah drainase yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Contoh dari drainase alami ini adalah sungai-sungai yang mengalir di tengah perkotaan. Pada daerah perkotaan seringkali sungaisungai alami ini dimanfaatkan sebagai saluran pembuangan (pematusan). Material pembentuk saluran alami ini masih berupa tanah asli yang dilapisi oleh rumput atau semak serta bentuk saluran yang tidak beraturan membuat sifat aliran pada saluran ini sulit untuk dipelajari.



Sumber: Hasmar 2012

Gambar 2.1 Drainase alami

2. Drainase Buatan adalah drainase yang didesain sesuai dengan kaidah teknis untuk mengalirkan limpasan air hujan maupun air limbah perkotaan. Perencanaan drainase buatan didasarkan pada ilmu hidrologi dan hidrolika. Ilmu hidrologi dijadikan dasar dalam penentuan besarnya debit yang masuk kesaluran sedangkan ilmu hidrolika digunakan sebagai dasar perencanaan saluran (Hasmar, H. 2012).



Gambar 2.2 Drainase Buatan

2.5.3 Tujuan Pekerjaan drainase

1. Untuk Pengeringan

Di kawasan pemukiman, terkadang terdapat rawa-rawa atau lapanganyang terenang air. Keadaan lingkungan yang seperi inilah yang dapat menyebabkan wabah penyakit bagi penduduk yang tinggal pada daerah

tersebut. hal ini di sebabkan rawa-rawa ini mengandung banyak bibit penyakit. untuk menghindari hal tersebut, di perlukan sistem pengeringan yang baik agar warga sekitar dapat hidup sehat, aman dan sejahtera.

2. Untuk Pencegahan Banjir

Curah tinggi dapat berakibat banjir di wilayah tertentu. oleh karena itu, perlu dilakukan pencegahan yang di akibatkan oleh curah hujan. Dapat dibuat sistem saluran drainase pembuangan yang memenuhi syarat, sesuai debit air yang akan mengalir ke saluran tersebut.

Jadi, untuk itu memang di butuhkan suatu sistem pembuangan pencegahan banjir dengan ruang lingkup sebagai berikut :

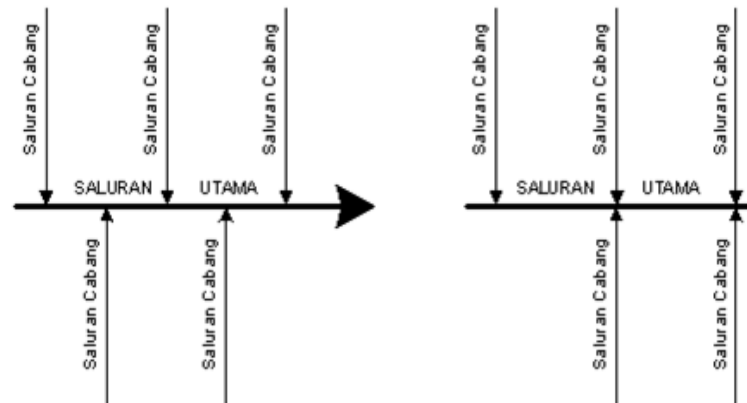
- a. Pembuatan saluran drainase yang baik pada kiri kanan badan jalan begitu juga saluran pembuangan dari rumah penduduk setempat.
- b. Pada saluran itu, untuk pemisah sampah dan pengendap lumpur di buatlah bak-bak kontrol.
- c. Saluran-saluran pelimpah di buat bila di perlukan

2.5.4. Pola Jaringan Drainase

Dalam merencanakan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pada pola jaringan drainase. Pola jaringan drainase pada suatu wilayah atau kawasan tergantung pada topografi wilayah dan tata guna lahan wilayah tersebut. Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase sebagai berikut (Gunadarma, 1997 Drainase perkotaan) :

1. Jaringan Drainase Siku

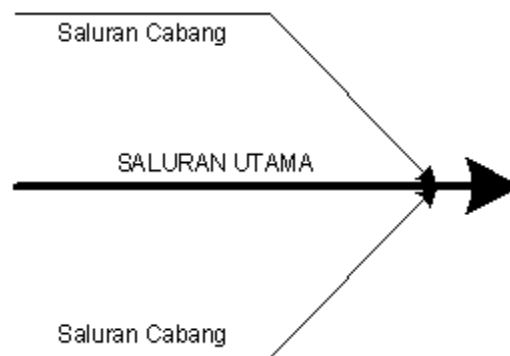
Jaringan yang dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan sungai di sekitarnya. Sungai tersebut nantinya akan dijadikan sebagai pembuangan utama atau pembuangan akhir.



Gambar 2.3 Drainase Siku

2. Jaringan Drainase Paralel

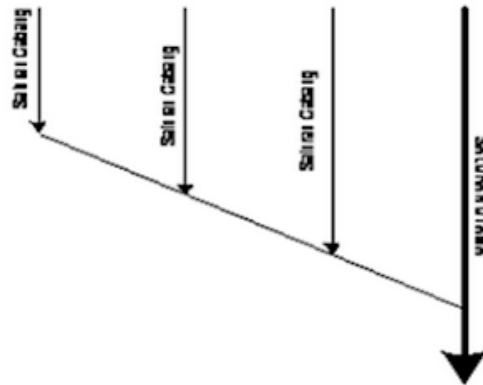
Jaringan yang memiliki saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Biasanya memiliki jumlah cabang yang cukup banyak dan pendek-pendek. Jika kota mengalami perkembangan, maka saluran akan menyesuaikan.



Gambar 2.4 Pola Drainase Paralel

3. Jaringan Drainase Grid Iron

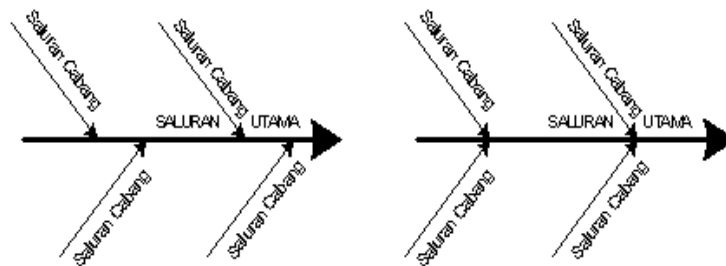
Jaringan ini diperuntukkan untuk daerah pinggi kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama..



Gambar 2. 5 Pola Grid Iron

4. Jaringan Drainase Alamiah

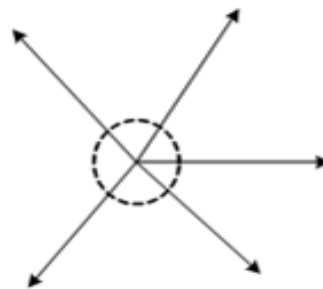
Jaringan ini sama seperti jaringan drainase siku, hanya saja pada pola jaringan alamiah ini beban sungainya lebih besar.



Gambar 2. 6 Pola Drainase Alamiah

5. Jaringan Drainase Radial

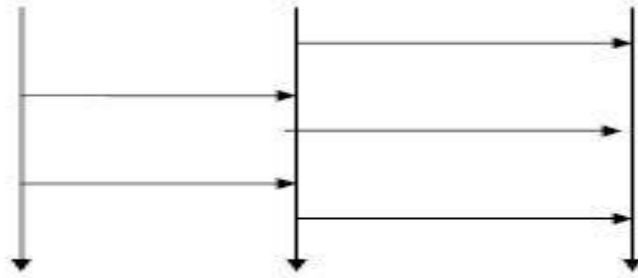
Jaringan ini memiliki pola menyebarkan aliran pada pusat saluran menuju luar. Jaringan ini sangat cocok untuk daerah berbukit



Gambar 2. 7 Pola Drainase Radial

6. Jaringan Drainase Jaring – jaring

Jaringan ini mempunyai saluran – saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya dan jaringan ini sangat cocok untuk daerah dengan topografi datar.



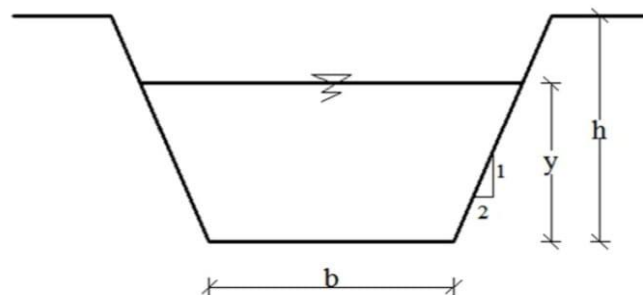
Gambar 2. 8 Pola Drainase Jaring – jarring

2.5.5 Bentuk Penampang Saluran drainase

Bentuk dari saluran - saluran drainase sama dengan bentuk saluran irigasi, dan dalam merencanakan dimensi saluran harus diperhatikan agar seekonomis mungkin. Contoh bentuk saluran antara lain bentuk trapesium, bentuk segitiga, bentuk setengah lingkaran dan bentuk persegi bentuk salurannya sebagai berikut :

1. Bentuk Trapesium

Saluran drainase umumnya berbentuk trapesium dan 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 air besar.

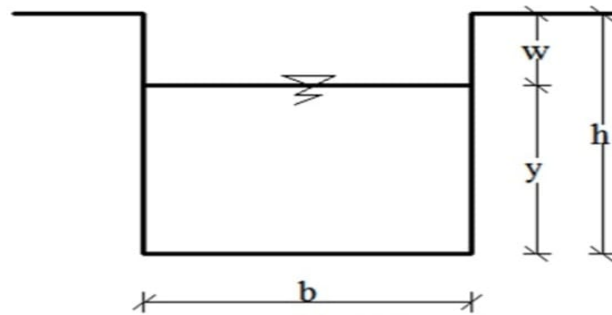


Gambar 2.9 Saluran drainase bentuk trapesium

2. Bentuk Persegi

Saat ini pembuatan saluran air sistem drainase sering menggunakan beton berbentuk persegi. Saluran berbentuk persegi ini biasanya terbuat dari

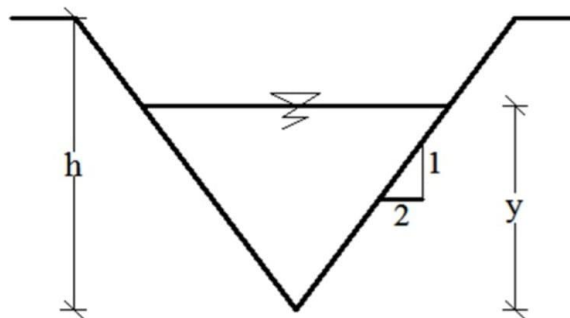
pasangan batu dan beton. Fungsi utama saluran berbentuk persegi panjang ini adalah menampung dan mengarahkan limpasan air hujan yang mempunyai kapasitas drainase yang tinggi.



Gambar 2. 10 Saluran drainase Bentuk Persegi

3. Bentuk Segitiga

Karena bentuknya yang cukup aneh dengan hanya memiliki dua sisinya yang menghadap ke tanah membuat saluran air berbentuk segitiga ini sangat jarang digunakan. Saluran bentuk segitiga hanya digunakan pada kondisi tertentu saja dimana hanya berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit rendah.

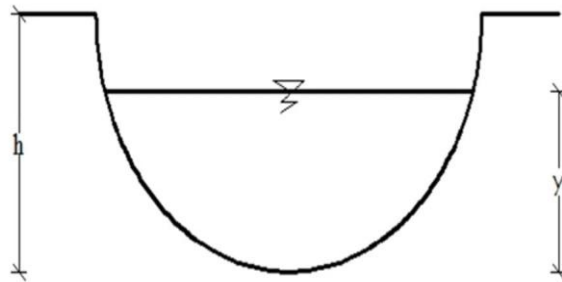


Gambar 2. 11 Saluran drainase Bentuk Segitiga

4. Bentuk Setengah Lingkaran

Saluran air berbentuk setengah lingkaran sangat cocok untuk digunakan pada sistem drainase lokal. Dimana drainase lokal hanya digunakan untuk saluran air penduduk atau pada sisi jalan perumahan padat penduduk. Sebab bentuk saluran ini hanya digunakan untuk menyalurkan limbah air

hujan yang memiliki debit yang rendah.

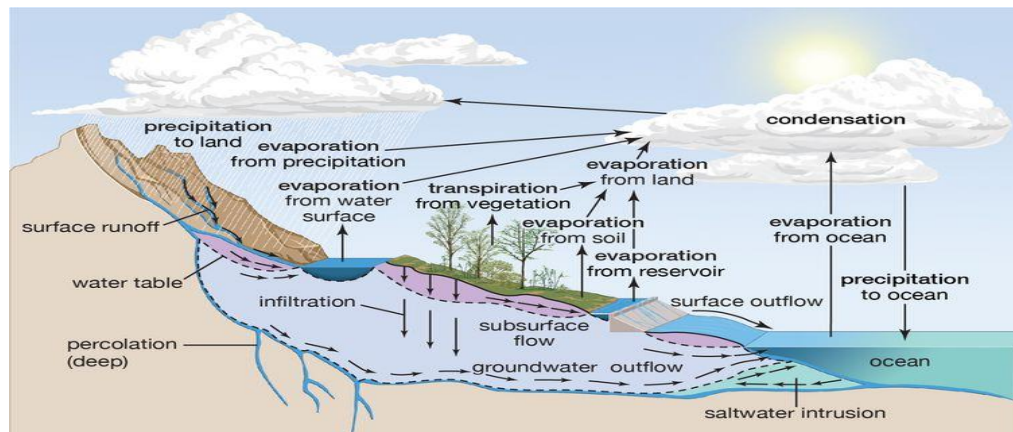


Gambar 2. 12 Saluran drainase Bentuk Setengah Lingkaran

2.6 Siklus Hidrologi

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memberikan banyak manfaat bagi manusia. Air yang terdapat di alam ini berbentuk cair, namun dapat berubah menjadi padat (es, salju, uap) yang terkumpul di atmosfer. Air tidak statis tetapi selalu berpindah. Air menguap dari laut, danau, sungai, tanah dan tumbuh-tumbuhan akibat panas matahari. Kemudian melalui proses alam air yang berupa uap berubah menjadi hujan, sebagian menyusup ke dalam tanah (infiltrasi), sebagian menguap (evaporasi) dan sebagian lagi mengalir ke atas permukaan tanah (*run off*). Air permukaan ini mengalir ke sungai dan danau kemudian ke laut, Lalu menguap kembali, mengulangi siklus yang disebut siklus hidrologi.

Siklus air (siklus hidrologi) adalah rangkaian peristiwa yang terjadi pada air, mulai dari jatuhnya ke bumi (hujan), saat menguap ke udara, hingga jatuh kembali ke bumi. Inilah konsep dasar keseimbangan air secara global dan menunjukkan semua hal yang berhubungan dengan air. Prosesnya sendiri diawali dengan tahap awal penguapan (evaporasi) secara vertikal dan di udara mengalami pengembunan (evapotranspirasi), lalu terjadi hujan akibat berat air atau salju yang ada di gumpalan awan. air hujan jatuh keatas permukaan tanah yang mengalir melalui akar tanaman dan ada yang langsung masuk ke pori-pori tanah. Dan didalam tanah terbentuklah jaringan air tanah (*run off*). Sehingga dengan air berlebih tanah menjadi air jenuh sehingga terbentuklah genangan air.



Gambar 2.13 Siklus Hidrologi

2.6.1 Proses Siklus Hidrologi

1. Evaporasi Atau Penguapan Seluruh Air

Evaporasi merupakan tahap pertama yang dari siklus hidrologi, dan pada tahap ini penguapan terjadi pada air yang berada di sungai dan lainnya. Sungai, danau, lautan dan tempat lainnya dianggap sebagai badan air lalu air yang menguap akan menjadi uap air.

Air di seluruh badan air kemudian menguap karena panasnya sinar matahari dan penguapannya disebut juga sebagai tahap evaporasi. Penguapan atau evaporasi tepatnya adalah proses perubahan molekul cair menjadi molekul gas, maka air diubah menjadi uap.

Penguapan yang terjadi selanjutnya yaitu menyebabkan efek naiknya air yang berubah menjadi gas lalu naik ke atmosfer. Sinar matahari juga sebagai salah satu pendukung utama dalam tahap evaporasi sehingga semakin banyak cahaya yang dipancarkan, semakin banyak molekul air yang terangkat ke udara.

2. Transpirasi Atau Penguapan Air di Jaringan makhluk Hidup

Transpirasi merupakan proses penguapan meski penguapan yang terjadi tidak hanya pada air yang tertampung dalam air. Transpirasi sendiri memiliki bentuk penguapan yang terjadi pada bagian tubuh makhluk hidup khususnya pada hewan dan tumbuh - tumbuhan. Prosesnya sama dengan tahap evaporasi. Molekul cair pada hewan dan tumbuhan kemudian berubah menjadi uap atau molekul gas. Setelah molekul cair menguap, kemudian akan naik ke atmosfer

seperti pada tahap evaporasi. Transpirasi kemudian terjadi pada jaringan yang ada di hewan dan tumbuhan, meski dari tahap ini air yang dihasilkan tidak terlalu banyak. Pada proses transpirasi sendiri molekul cair yang menguap kemudian tak sebanyak saat proses evaporasi.

3. Evotranspirasi

Evotranspirasi sebagai suatu proses penggabungan tahap transpirasi dan tahap evaporasi, sehingga pada tahap ini air yang menguap kemudian akan lebih banyak lagi. Evotranspirasi juga suatu tahap penguapan dimana molekul cair yang menguap adalah seluruh jaringan pada makhluk hidup dan air. Tahap Evotranspirasi sendiri sebagai tahap yang paling mempengaruhi jumlah air yang terangkut atau siklus hidrologi.

4. Sublimasi

Selain ketiga proses di atas, terdapat pula proses penguapan lainnya yaitu sublimasi. Sublimasi sendiri memiliki makna yang sama diantaranya perubahan molekul cair menjadi molekul gas ke arah atas atau atmosfer. Namun, penguapan yang terjadi ialah perubahan es yang ada di gunung dan kutub utara sehingga tidak melewati proses cair. Hasil air kemudian tak sebanyak hasil dari tahap evaporasi dan yang lainnya. Meski tahap sublimasi kemudian tetap berpengaruh terhadap jalannya siklus hidrologi sehingga tak dapat dilewatkan. Hal yang membedakan tahap evaporasi dan tahap sublimasi, tahap ini memerlukan waktu yang lebih lambat.

5. Kondensasi

Setelah melalui empat tahap sebelumnya, tahap berikutnya adalah tahap kondensasi dimana pada tahap ini air yang telah menguap kemudian berubah menjadi partikel es. Partikel es yang dihasilkan sendiri sangat kecil dan terbentuk dikarenakan suhu dingin pada ketinggian atmosfer bagian atas.

6. Adveksi

Adveksi merupakan suatu tahap yang tidak terjadi siklus hidrologi pendek didalamnya, dan hanya berada pada siklus hidrologi panjang. Pada tahap ini yang terjadi adalah perpindahan awan dari satu titik ke titik lainnya atau disebut juga sebagai awan di langit yang menyebar.

Perpindahan awan sendiri terjadi karena angin yang kemudian akan berpindah dari lautan ke daratan begitu pun sebaliknya. Adveksi sebagai suatu penyebaran panas dengan arah horizontal ataupun mendatar. Gerakan ini kemudian membuat udara di sekitarnya menjadi panas.

Contoh adveksi ini diantaranya saat terjadi perbedaan kemampuan penyerapan serta pelepasan panas di darat dan lautan. Perbedaan pelepasan dan penerapan panas tersebut kemudian menghasilkan angin laut dan angin darat.

7. Presipitasi

Proses yang ketujuh yaitu merupakan presipitasi. Presipitasi sebagai tahap mencairnya awan karena tidak mampu menahan suhu yang semakin lama semakin meningkat. Pada tahap ini sendiri juga kemudian akan terjadi salah satu gejala alam yang dinamakan dengan hujan atau jatuhnya butiran air ke permukaan bumi. Jika suhu yang terjadi sekitar kurang dari 0 derajat celsius, kemudian akan terjadilah hujan es hingga hujan salju.

8. Run Off

Tahap run off memiliki nama lain limpasan dimana pada tahap ini air hujan kemudian akan bergerak. Pergerakan yang terjadi dari permukaan yang lebih tinggi ke yang lebih rendah dengan sebelumnya melalui berbagai saluran. Saluran yang dimaksud diantaranya sungai, got, laut, danau hingga samudera.

9. Infiltrasi

Infiltrasi menjadi tahap terakhir dalam siklus hidrologi, tahap ini merupakan tahap dimana air hujan kemudian berubah menjadi air tanah. Air hujan yang turun ke bumi sendiri tak seluruhnya mengalir seperti pada tahap limpasan, namun demikian akan mengalir pula ke tanah. Proses perembesan air hujan ke pori-pori tanah inilah yang kemudian disebut sebagai infiltrasi untuk kemudian kembali ke laut secara keseluruhan.

10. Konduksi

Konduksi sebagai pemanasan dengan cara bersinggungan atau kontak langsung dengan suatu objek. Pemanasan sendiri terjadi karena molekul

udara kemudian berada di dekat permukaan bumi bersinggungan dengan bumi yang menerima panas langsung dari matahari hingga molekul yang telah panas ini kemudian bersinggungan dengan molekul udara yang belum panas.

2.7 Perhitungan Data Curah Hujan

Ada beberapa tahap dalam menghitung data curah hujan, perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

2.7.1. Analisa frekuensi (curah hujan rencana)

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Analisis frekuensi diperlukan seri data curah hujan yang 15 diperoleh dari pos penakar. Dalam ilmu statistik ada beberapa distribusi frekuensi dan empat distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi yaitu distribusi normal, log normal, log person, dan gumbel.

Rumus yang digunakan untuk menghitung parameter statistik curah hujan adalah sebagai berikut:

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

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

(1)

Keterangan :

$\bar{R}_i$ = Curah Hujan Rata-rata (mm)
 n = Banyaknya data atau panjang data
 R_i = Curah Hujan (mm)

2. Simpangan baku (S)

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

(2)

Keterangan :

S = Standar deviasi / simpangan baku
 n = Banyaknya data atau panjang data
 R_i = Curah Hujan (mm)
 $\bar{R}_i$ = Rata-rata Curah Hujan (mm)

Dalam menghitung data curah hujan ada tiga metode yang bias digunakan yaitu:

1. Distribusi Normal

Distribusi Normal atau disebut pula Distribusi Gauss, dalam analisis hidrologi Distribusi Normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan.

Nilai faktor frekuensi KT pada perhitungan Distribusi Norma umumnya sudah tersedia dalam tabel yang sudah tersedia untuk mempermudah perhitungan yang umum disebut sebagai tabel Variabel Reduksi Gauss (*Variable Reduce Gauss*).

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	K _T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28

16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Hitung curah hujan dengan metode Distribusi Normal

$$R_T = \bar{R}_i + K_T \cdot S \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

R_T = Curah hujan untuk periode ulang T-tahun (mm)

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

K_T = Faktor frekuensi

S = Standar deviasi / simpangan baku

2. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Pearson yang menjadi perhatian ahli sumber daya air adalah Log Pearson Type III dengan tiga parameter penting yaitu harga rata-rata, simpangan baku, dan koefisien kemencengan. Distribusi Log Pearson type III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan varian minimum misalnya, analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flow*).

Langkah-langkah menggunakan metode Distribusi Log Pearson Type III :

1. Ubah data kedalam bentuk logaritma, $R_i = \text{Log } R_i$
2. Hitung Harga Rata-rata

$$\text{Log } \bar{R}_i = \frac{\sum \text{Log } R_i}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

$\bar{R}_i$ = Curah hujan rata-rata (mm/tahun)

$\text{Log } \bar{R}_i$ = Nilai logaritma dari curah hujan rata-rata (mm)

n = Banyaknya data atau panjang data

3. Hitung harga simpangan baku logaritma dari curah hujan rata-rata

$$S \text{ Log } \bar{R}_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } \bar{R}_i - \text{Log } \bar{R}_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$S \text{ log } \bar{R}_i$ = Standar deviasi dari rangkaian nilai logaritma curah hujan rata-rata (mm/tahun)

$\text{Log } \bar{R}_i$ = Nilai logaritma dari curah hujan rata-rata (mm)

n = Banyaknya data atau panjang data

4. Hitung koefisien kemencengan

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } R_i - \text{Log } \bar{R}_i)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

G = Frekuensi untuk menentukan periode ulang pada table Log Pearson Type III

n = Banyaknya data atau panjang data

$\text{Log } R_i$ = Nilai logaritma dari curah hujan (mm)

$\text{Log } \bar{R}_i$ = Nilai logaritma dari curah hujan rata-rata (mm)

S = Standar deviasi / simpangan baku

5. Hitung harga logaritmis curah hujan dengan metode Distribusi Log Pearson Type III

$$\text{Log } R_T = \text{Log } \bar{R}_i + K_T \cdot S \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

$\text{Log } R_T$ = Logaritma curah hujan untuk periode ulang T-tahun (mm)

$\text{Log } \bar{R}_i$ = Nilai logaritma dari curah hujan rata-rata (mm)

K_T = Faktor frekuensi

S = Standar devisi / simpangan baku

6. Ubah harga logaritmis curah hujan dalam bentuk curah hujan

$$\text{Log } R_T = R_T \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

R_T = Curah hujan untuk periode ulang T-tahun (mm)

$\text{Log } R_T$ = Logaritma besar curah hujan untuk periode ulang T-tahun(mm)

Nilai koefisien variabel standar K pada perhitungan metode Distribusi Log Pearson Type III adalah variabel standar untuk R yang besarnya tergantung

koefisien kemencengan G. Untuk harga K periode ulang T tahun dapat diperoleh dengan interpolasi harga yang terdapat pada tabel.

Tabel 2.2 Nilai K untuk Metode Distribusi Log Person Type III

Koef G	Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (Percent chance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,374	1,284	2,340	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,848	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,780	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,706	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,626	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,542	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,453	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,359	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,261	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,159	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,051	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,945	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,834	1,834	2,029
Koef G	Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (Percent chance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,720	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,166	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,492	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,379	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,270	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,166	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,069	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,980	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,900	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,830	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,768	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,84	0,666	0,702	0,714	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

3. Metode Distribusi Gumbel

Rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung curah hujan rancangan dengan metode Gumbel adalah sebagai berikut :

$$R_T \dots = \bar{R}_i + \frac{S}{S_n} (Y_{Tr} - Y_n) \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

R_T = Nilai curah hujan untuk periode ulang T-tahun (mm/tahun)

Y_{tr} = Nilai *Reduced Variete*

Y_n = Nilai *Reduced Mean*

S_n = Nilai *Reduced Standard Deviation*

n = Jumlah data pengamata

Hubungan antara *reduced variate* dengan periode ulang, ditunjukkan pada tabel :

Tabel 2.3 Reduced Mean, Y_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,541	0,5418	0,5424	0,5436
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5448	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Tabel 2.4 Reduced Standard Deviation, S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9893	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,6028	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1957	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2017	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber : Suripin(2004)

Tabel 2.5 Reduced Variete, Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode ulang, T_r (tahun)	Reduced Variete, Y_{Tr}	Periode ulang, T_r (tahun)	Reduced Variete, Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

2.8 Catchment area

Untuk menentukan kemiringan lahan atau lereng diperlukan peta kontur. Dari peta kontur dapat diketahui arah aliran pada suatu daerah pengaliran (Catchment Area) yang dialirkan melalui titik-titik tertinggi hingga ke tempat penampung atau pembuangan. Menurut Iman Subarkah (1980), Kemiringan rata-rata daerah pengaliran adalah perbandingan dari selisihselisih tinggi antara tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap jarak. Perhitungan kemiringan lahan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

2.8.1 Kemiringan Lahan

Kemiringan rata-rata daerah pengaliran adalah perbandingan dari selisih tinggi antara tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap jarak. Perhitungan kemiringan lahan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{H_1 - H_2}{0,9 \cdot L} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

S = Kemiringan lahan

H₁ = Ketinggian elevasi tertinggi tempat pengamatan

H₂ = Ketinggian elevasi terendah tempat pengamatan

L = Panjang saluran

2.8.2 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari titik paling jauh dalam daerah aliran untuk mengalir menuju ke suatu titik kontrol atau profil melintang saluran tertentu yang ditinjau dibagian hilir suatu daerah pengaliran setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi (Ir. Suripin, 2004).

$$t_c = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi

L = Panjang saluran

S = Kemiringan Lahan

2.9 Intensitas Curah hujan

Intensitas curah hujan adalah tinggi serta kedalaman air hujan ke satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. (Suripin, 2004 Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan: 66) Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitasnya hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe (Suripin, 2004 Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan: 68). Rumus monobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi

R_n = Curah hujan harian maksimum 24 jam (mm)

2.10 Koefisien pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor ini merupakan variabel yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir, faktor utama yang mempengaruhi koefisien aliran permukaan adalah laju infiltrasi tanah, kemiringan lahan, tanah dan intensitas hujan. Untuk besarnya nilai koefisien aliran permukaan dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Koefisien Pengaliran C

Kawasan	Tata Guna Lahan	C
Perkotaan	Kawasan Permukiman	
	1. Kepadatan Rendah	0,25-0,40
	2. Kepadatan Sedang	0,40-0,70
	3. Kepadatan Tinggi	0,70-0,80
	4. Dengan Sumur Resapan	0,20-0,30
	Kawasan Perdagangan	0,90-0,95
	Kawasan Industri	0,80-0,90
	Tman,Jalur Hijau, Kebun,dll	0,20-0,30
	Perbukitan, kemiringan < 20%	0,40-0,60

Perdesaan	Kawasan Jurang, Kemirigan > 20%	0,50-0,60
	Lahan dengan Terasering	0,25-0,35
	Persawahan	0,45-0,55

Sumber: Syarifudin, Drainase Perkotaan

2.11 Analisa hidraulika

2.11.1 Perhitungan Debit Air Hujan (Qhujan)

Dalam merencanakan debit maksimum pada suatu aliran, sering dijumpai dalam perkiraan puncak banjirnya yang dihitung menggunakan metode yang sederhana dan praktis. Rumus yang digunakan dalam menghitung debit adalah:

$$Q_{\text{hujan}} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran (m³/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran

2.11.2 Perhitungan Debit Limbah Rumah Tangga (Qlimbah)

$$Q_{\text{limbah}} = 80\% \cdot p \cdot q \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

Q = Debit limbah rumah tangga (m³/det)

p = Jumlah penduduk

q = Minimal kebutuhan penggunaan air (liter/jiwa/hari)

2.11.3 Debit Saluran/Kapasitas Saluran

Penentu dimensi saluran baik yang ada eksisting atau yang direncanakan, berdasarkan debit maksimum yang akan dialirkan. Rumus yang digunakan dalam persamaan manning (Suripin, 2004 Sistem Drainase Yang Berkelanjutan: 161).

$$Q = v \times A \dots\dots\dots (2.15)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

Q = Debit saluran / aliran (m³/det)

A = Luas penampang melintang (m²)

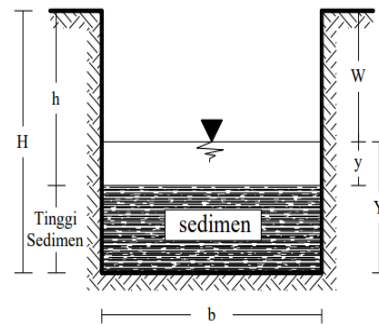
V = Kecepatan Rata-rata (m/det)

S = Kemiringan Saluran (m³/det)

R = Jari jari hidraulik (m)

2.12 Perhitungan Saluran

2.12.1 Penampang Saluran Drainase Berbentuk Persegi



Gambar 2. 14 Penampang Saluran Drainase Bentuk Persegi

Keterangan :

H = Tinggi Saluran (m)

y = Tinggi Muka Air (m)

h = Tinggi daya tampung (m)

b = Lebar Saluran (m)

W = Tinggi Jagaan (m)

Y = Tinggi Penampang Basah (m) = Tinggi Muka Air + Tinggi Sedimen

1. Persamaan untuk menghitung debit saluran (Q)

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.17)$$

2. untuk menghitung luas penampang (A)

$$A = b \times h \dots\dots\dots (2.18)$$

3. Persamaan untuk menghitung keliling basah (P)

$$P = b + 2 \times h \dots\dots\dots (2.19)$$

4. Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.20)$$

5. Persamaan untuk menghitung kecepatan aliran (V)

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

(2.21)

Keterangan :

Q = debit rencana (m³ /det)

A = luas penampang (m²)

V = kecepatan aliran (m/det)

P = keliling basah (m)

h = kedalam saluran

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

N = kekerasan meanin

Tabel 2.7 Nilai Kekasaran Manning

Tipe Saluran	Keterangan	n Manning			
		Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk
Tanah	Lurus, baru seragam landai dan bersih	0,016	0,022	0,026	0,033
	Berkelok, Landai dan berumput	0,023	0,029	0,033	0,040
	Tidak Terawat dan Kotor	0,050	0,080	0,103	0,140
Pasangan	Batu Kosong	0,023	0,027	0,030	0,035
	Batu Belah	0,017	0,021	0,025	0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014	0,015	0,016	0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018	0,022	0,025	0,030

Tabel 2.4 Matriks Penelitian

No.	Peneliti	Judul	Data – Data			
			Curah Hujan	Topografi	Data Penduduk	Kolam Retensi
1.	Eri Prawati, Eva Rolia dan Faldan Ashiddiqy, (2022)	Analisa Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir Dan Genangan Di Kecamatan Metro Timur – Kota Metro – Lampung	√	√	√	√
2.	Julian Sulistyo dan Wati Asriningsih Pranoto, (2020)	Analisis Penyebab Banjir Kelurahan Tanjung Duren Utara	√	√	√	-

3.	Kautsar & Soebagio, (2023)	Kajian Banjir Di Wilayah Tengger Kandangan, Kecamatan Tandes, Surabaya	√	√	√	-
4.	Rizqi Dwi, Yosef Cahyo, dan Ahmad Ridwan, (2019)	Analisa Perencanaan Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek	√	√	√	-
5.	Akbar Kurniawan (2025)	Analisa Penyebab Terjadinya Banjir Di Jalan Beringin Raya, Kecamatan Ilir Timur Iii, Kelurahan 8 Ilir Kota Palembang	√	√	√	-