

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, secara umum drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan untuk mengurangi kelebihan air, yang berasal dari hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/ lahan, sehingga fungsi kawasan/ lahan tidak terganggu. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya sanitasi. Jadi, menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah (Suripin: 2004).

Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya, lapangan olah raga lapangan parkir, instalasi militer, instalasi listrik dan telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut/ sungai serta tempat lainnya merupakan bagian dari sarana kota (H.A. Halim Hasmar: 2011). Sedangkan menurut (SK SNI T-07-1990-F) Drainase perkotaan adalah drainase di wilayah kota yang berfungsi mengendalikan air permukaan, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kegiatan kehidupan manusia.

Dengan demikian kriteria desain drainase perkotaan memiliki ke-khususan, sebab untuk perkotaan ada tambahan variabel design seperti: keterkaitan dengan tata guna lahan, keterkaitan dengan master plan drainase kota, keterkaitan dengan masalah sosial budaya (kurangnya kesadaran masyarakat dalam ikut memelihara fungsi drainase kota) dan lain-lain.

2.2 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari kata “*to drain*” yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air, adalah terminologi yang digunakan untuk menyatakan sistem -sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air, baik diatas maupun dibawah permukaan tanah. Menurut

halim hasmar (2012:1) drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkonsusikan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada dikawasan kota. Drainase perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

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

Saat ini sistem drainase sudah menjadi salah satu infrastruktur perkotaan yang sangat penting, kualitas drainase perkotaan sangat drainase sangat berpengaruh dari sistem kota itu sendiri. beberapa pengertian drainase menurut beberapa sumber adalah sebagai berikut:

- a. Menurut Suripin(2004:7) dalam sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan , rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu.
- b. Menurut Gunadarma(2007:3) dalam drainase perkotaan , drainase merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: pemukiman, kawasan industri, lapangan parkir serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

2.3 Fungsi Drainase

1. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaan lahannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat
2. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk

persediaan air dan kehidupan akuatik

3. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah

2.4 Jenis- Jenis Drainase

Menurut Cara Terbentuknya

- a. Drainase buatan

Drainase yang dirancang dan dibangun untuk tujuan tertentu. Biasanya disesuaikan dengan pengelolaan air. Perlu pembangunan dan biaya khusus karena membutuhkan bahan-bahan, seperti beton, pipa, atau batu. Contoh drainase buatan adalah selokan, gorong-gorong, kanal, talang.

- b. Drainase alami

Sesuai dengan sebutannya, drainase alami terbentuk oleh alam tanpa campur tangan manusia, bahkan umumnya tanpa penunjang apapun. Drainase ini terbentuk karena adanya gerusan air yang bergerak karena gravitasi, yang lambat laun dan dalam waktu yang lama membentuk jalan air yang permanen, seperti sungai.

2. Menurut Letak Saluran

- a. Drainase permukaan tanah

Drainase ini dapat dilihat secara langsung karena ada di permukaan tanah. Drainase permukaan tanah biasanya digunakan untuk mencegah terjadinya genangan air pada area perumahan.

- b. Drainase bawah tanah

Drainase ini dibangun di dalam tanah. Biasanya membutuhkan pipa-pipa sebagai media untuk menyalurkan air.

3. Menurut Fungsi

- a. Drainase satu fungsi (*single purpose*).

Saluran dari drainase ini hanya berfungsi untuk mengalirkan satu jenis air pada saluran pembuangan, misalnya air hujan, air dari limbah rumah tangga, atau limbah industri.

- b. Drainase multi-fungsi (*multi purpose*).

Saluran dari drainase ini mampu mengalirkan bermacam air buangan, baik secara bergiliran atau sekaligus, misalnya drainase yang digunakan untuk membuang limbah rumah tangga sekaligus air hujan.

4. Menurut konstruksi

a. Drainase terbuka.

Saluran yang cocok untuk drainase air hujan yang terletak didaerah yang mempunyai luasan yang cukup ataupun untuk drainase air non hujan yang tidak membahayakan kesehatan. Saluran ini memiliki karakteristik penampang permukaan saluran dibiarkan terbuka.

Drainase ini berguna untuk mengalirkan air hujan di wilayah yang luas. Selain itu juga berfungsi untuk menyalurkan air yang tidak membahayakan lingkungan.

b. Drainase tertutup.

Saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk saluran air kotor (air yang mengganggu kesehatan /lingkungan) atau untuk saluran yang terletak ditengah kota. saluran ini memiliki karakteristik penampang permukaan saluran tidak dibiarkan terbuka melainkan tertutup.

5. Menurut Wilayah

a. Drainase jalan raya.

Saluran drainase di jalan raya umumnya ditutup dan dijadikan trotoar atau bahu jalan, agar tidak mengganggu aktivitas pengguna jalan.

b. Drainase bandara.

Karena area bandara luas, mendatar, dan beraspal, air tidak mudah mengalir. Padahal genangan air pada bandara sangat berbahaya bagi pesawat. Oleh karena itu perlu sistem drainase yang baik untuk bandara.

c. Drainase lapangan olahraga.

Sama seperti drainase pada jalan raya, drainase di lapangan olahraga bertugas untuk mengalirkan air agar tidak terjadi genangan yang dapat merusak infrastruktur sarana olahraga.

2.5 drainase Berwawasan Lingkungan

drainase berwawasan lingkungan dapat diartikan sebagai upaya mengalirkan dan meresapkan sebagian air hujan yang mengalir melewati saluran-saluran air hujan pada suatu kawasan atau lahan. Selain fungsi lahan tersebut tidak terganggu akibat banjir, air yang meresap dapat dijadikan cadangan sumber air. Sunjoto, (1987) memberikan pengertian sistem drainase berwawasan lingkungan adalah usaha

menampung air yang jatuh di atap pada suatu reservoir tertutup di halaman masing-masing atau secara kolektif untuk memberikan kesempatan air meresap ke dalam tanah dengan harapan sebanyak mungkin air hujan diresap ke dalam tanah.

Berdasarkan beberapa literatur dapat diketahui bahwa ciri-ciri drainase permukiman dapat terlihat dari konstruksinya yang dapat menyerap air (biasanya menggunakan pemasangan batu kali), dimensi yang sesuai (dapat menampung, mengalirkan dan menyerap air hujan), dilengkapi sumur resapan, pemasangan paving blok di halaman atau pekarangan rumah dan jalan-jalan lingkungan dan adanya ruang terbuka hijau di kawasan tersebut.

Bentuk bangunan peresap dapat berupa: sumur peresap, parit, peresap, perkerasan lulus air, saluran drainase berlubang, situ retensi di lapangan parkir dan sebagainya, dipilih berdasarkan tujuan penerapan bangunan peresap, kondisi alam dan lingkungan pada daerah sekitar rencana alokasi, aspek keamanan, estetika, dan biaya yang tersedia. Bangunan peresap ini berfungsi untuk: Mengimbangi perubahan penggunaan lahan, mengurangi banjir dan genangan local, mengurangi beban dan mencegah kerusakan sarana drainase permukaan, menambah cadangan cadangan air tanah sebagai usaha konservasi air.

Fungsi saluran ini adalah untuk mengalirkan limpasan air hujan ke badan peresap. Dan tujuannya adalah untuk menjaga keseimbangan sistem tata air di lingkungan. Persyaratan umum drainase saluran adalah (1) Air yang masuk adalah air hujan yang tidak tercemar, bukan air limbah (2) mampu mengalirkan serta meresapkan sebagian air hujan kedalam tanah dengan kecepatan tertentu (3) dipasang di atas tanah yang stabil

Dalam drainase saluran ini terdapat kriteria yang mendukung terutama dalam hal konstruksi saluran sehingga dalam kecepatan pengalirannya masih mampu meresapkan air hujan. Beberapa kriteria dalam penggunaan konstruksi saluran.

2.6 Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase didalam wilayah kota dibagi atas dua bagian yaitu drainase utama (makro) dan drainase lokal (mikro).

a. Sistem Drainase Makro

Yang dimaksud dengan sistem drainase utama atau drainase makro yaitu sistem saluran yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan. biasanya sistem ini menampung aliran yang berskala besar. pada umumnya sistem drainase Makro ini juga disebut sebagai sistem saluran pembuang utama.

b. Sistem Drainase Mikro

Drainase mikro adalah sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan dimana sebagian besar di dalam wilayah kota secara keseluruhan.yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran disepanjang sisi jalan saluran/selokan air hujan disekitar bangunan ,gorong-gorong, saluran drainase kota dan sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar.pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan massa ulang 2.5 dan 10 tahun tergantung pada tata guna tanah yang ada.sistem drainase untuk lingkungan pemukiman lebih cendrung sebagai sistem drainase mikro.

c. Sistem Saluran Tertutup

Sistem ini cukup bagus untuk daerah kota yang tinggi kepadatan nya seperti kota metropolitan dan kota-kota besar lainnya.lahan yang tersedia sudah begitu terbatas dan mahal harganya, sehingga kadang-kadang tidak memungkinkan lagi untuk membuat sistem saluran terbuka.walaupun tertutup sifat alirannya merupakan sifat aliran pada saluran terbuka mengalir secara grafitasi .saluran tertutup ini dapat berupa pipa beton bertulang , tanah liat,plastik atau bahan-bahan lainnya yang tahan karat.

d. Sistem Saluran Terbuka

Dibandingkan dengan sistem saluran tertutup biaya pembuatan sistem saluran terbuka lebih rendah dan tidak memerlukan teknologi yang begitu rumit sehingga sistem ini cendrung lebih sering digunakan sebagai alternatif pilihan dalam penanganan masalah drainase perkotaan mengingat sistem pemeliharannya relatif mudah dilakukan

sistem saluran terbuka ini biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan.

2.7 Analisis Hidrologi

Untuk melakukan perencanaan dari anse diperlukan penggunaan metode yang tepat. Ketidakesuaian dalam penggunaan metode dapat mengakibatkan hasil perhitungan tidak dapat diterapkan pada kondisi yang sebenarnya analisis hidrologi merupakan faktor yang paling berpengaruh untuk merencanakan besarnya sarana penampungan dan pangsiran air.hail ini diperlukan untuk dapat mengatasi terjadinya genangan air

2.7.1 analisis Curah Hujan Daerah

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah tertentu pada periode ulang tertentu,yang dipakai sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan suatu dimensi bangunan air.menentukan curah hujan rerata harian maksimum daerah dilakukanberdasarkan pengamatan beberapa stasiun pencatat hujan.perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode , diantaranya menggunakan metode rata-rata aljabar,garis isohiet, dan poligon thiessen.

Curah hujan wilayah ini diperhitungkan dengan:

1) Rata-rata aljabar

Metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan, mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar ini tersebar merata dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya (Suripin: 2004).

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan.

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

d = tinggi curah hujan rata-rata

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n

n = banyaknya pos penakar

2) Metode *Poligon Thiessen*

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*) dihitung dengan cara memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos terdekat (Suripin: 2004).

Prosedur hitungan dari metode ini pada persamaan berikut:

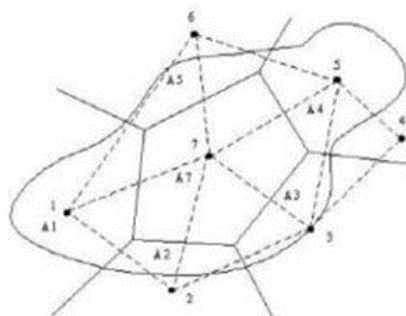
$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

P = Hujan rerata Kawasan

P_1, P_2, P_3, P_n = Hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n

A_1, A_2, A_3, A_n = Luas Daerah yang mewakili stasiun 1, 2, ..., n



Gambar 2.4 Metode *Poligon Thiessen*

Sumber: Suripin, 2004

3. Garis Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Isohyet adalah kontur yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Dua garis isohyet tidak pernah saling berpotongan. Persamaan dalam hitungan hujan rata-rata dengan metode isohyet dapat kita rumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.3)$$

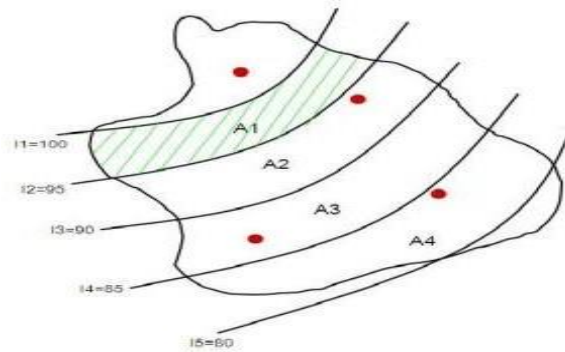
$$A_1 + A_2 + \dots + A_n \quad (2.4)$$

Dimana:

R = Curah hujan daerah

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah yang mewakili titik pengamatan R_1, R_2, \dots, R_n

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan setiap pengamatan



Gambar 2.5 Metode Isohyet

Sumber : Suripin, 2004

2.7.2 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Menurut Suriphin(2004:32) Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan dilampaui. Sebaliknya kala ulang adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan dilampaui.karakteristik desain hidrologi

untuk sistem drainase perkotaan 10-100 Ha dengan periode ulang 5-10 tahun yang artinya bahwa curah hujan terbesar terjadi sekali dalam 10 tahun atau kala ulang tertentu baik dilampaui ataupun ataupun setara dengan curah hujan rancangan kala ulang rancangan dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode yaitu

1) Distribusi Normal

Distribusi Normal disebut juga distribusi Gauss secara sederhana persamaan Distribusi Normal dapat dituliskan sebagai berikut (Suripin,2004):

$$X_T = \bar{x} + K_t \cdot S \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

- X_t = Curah hujan periode ulang(mm/hari)
- \bar{x} = Nilai hujan maksimum rata-rata(mm/hari)
- S = Simpangan baku
- K_t = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi 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

No.	Periode ulang,T (tahun)	Peluang	Kt
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

Sumber : Suripin (2004)

2) Distribusi Log Normal

Jika Variabel acak $Y = \text{Log } X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan Distribusi Log Normal, persamaan Distribusi Log Normal dapat ditulis dengan sebagai berikut (Suripin 2004)

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

Y_T = Curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun.

\bar{Y} = Curah hujan Maksimum rata-rata

K_T = Faktor frekuensi

S = Simpangan baku

Tabel 2.2 Nilai K_T untuk Distribusi N

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	K_T
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,250	0,800	-0,84
3.	1,670	0,600	-0,25
4.	2,500	0,400	0,25
5.	2,000	0,500	0
6.	5,000	0,200	0,84
7.	10,000	0,100	1,28
8.	20,000	0,050	1,64
9.	50,000	0,020	2,05
10.	100,000	0,010	2,33

3) Distribusi Log Person Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas Log Person Type III, jika data yang digunakan adalah berupa sampel dilakukan dengan rumus-rumus berikut (I Made Kamiana, 2011) Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu:

$$\text{Log} X_T = \text{Log} \bar{x} + G \cdot S_d \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

Log X = Rata-rata logaritma

N = Banyak nya tahun pengamatan

Sd = Standar deviasi

G = Koefisien kemencengan

Tabel 2.3 Distribusi Log Person Type III untuk koefisien Kemencengan G

Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100	
Koef,G 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	0,574	1,284	2,240	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	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472

0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber : Suripin (2004)

4) Distribusi Gumbel

Analisa frekuensi ini bertujuan untuk menentukan besarnya curah hujan untuk periode ulang rencana. Distribusi gumbel biasanya digunakan untuk analisis data maksimum misalnya analisis frekuensi banjir (Suripin,2004). Metode Distribusi Gumbel memberikan persamaan untuk kala ulang T_r .

$$X_T = \bar{x} + S_d \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

X_T = Besarnya curah hujan untuk t tahun(mm)

Y_T = Besarnya curah hujan rata-rata untuk t tahun(mm)

Y_n = Reduce mean deviasi berdasarkan sampel n

n = Jumlah tahun yang ditinjau

Sd = Standar deviasi(mm)

X = Curah hujan rata-rata

Tabel 2.4 Nilai reduce mean(Y_n) dengan banyaknya sampel (n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	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

Sumber : Suripin (2004)

Tabel 2.5 Nilai Standard Deviation, (S_n) dengan banyaknya sampel (n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,949	0,967	0,983	0,997	1,009	1,020	1,031	1,041	1,049	1,056
20	1,062	1,069	1,075	1,081	1,086	1,091	1,096	1,100	1,104	1,108

30	1,112	1,115	1,119	1,122	1,125	1,128	1,131	1,133	1,136	1,138
40	1,141	1,143	1,145	1,148	1,149	1,151	1,153	1,155	1,157	1,159
50	1,160	1,162	1,163	1,165	1,166	1,168	1,169	1,170	1,172	1,173
60	1,174	1,175	1,177	1,178	1,179	1,180	1,181	1,182	1,183	1,184
70	1,185	1,186	1,187	1,188	1,189	1,189	1,190	1,191	1,192	1,193
80	1,193	1,194	1,195	1,195	1,196	1,197	1,198	1,198	1,199	1,200
90	1,200	1,201	1,202	1,202	1,203	1,203	1,204	1,204	1,205	1,206
100	1,206	1,206	1,207	1,207	1,208	1,208	1,208	1,209	1,209	1,209

Sumber : Suripin (2004)

Tabel 2.6 Nilai variate, Y_{Tr} sebagai fungsi periode ulang

Periode Ulang, Tr (tahun)	Reduced variate Y_{Tr}	Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate 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

Sumber : Suripin (2004)

5) Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan (Ck), sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut (Suemarto,C.D.1999).

1. Koefisien kepencangan atau skewness (Ck) dihitung dengan persamaan:

$$Cs = \frac{n \cdot \Sigma(x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.9)$$

2. Koefisien kepuncak atau curtosis (Ck) dihitung dengan persamaan:

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \Sigma(x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \dots\dots\dots (2.10)$$

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{x} \dots\dots\dots (2.11)$$

4. Standar Defiasi

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Dimana:

n = jumlah data

\bar{x} = rata-rata hujan

S = standar defiasi (simpangan baku) sampel

X = data hujan (m)

Cv = Koefisien variasi

Cs = Koefisien kemencengan

Ck = Koefisien kurtois

Lima parameter statistik diatas yang akan digunakan dalam penentuan jenis distribusiberdasarkan parameyer diatas maka didapat beberapa metode distribusi. Chow(1999). Metode distribusi yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi yaitu

Distribusi Normal, distribusi log normal, distribusi log perosn type III, dan distribusi gumbel. Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel dibah ini.

Tabel 2.7 Persyaratan Pemilihan Jenis Distribusi/ Sebara Frekwensi

No	Sebaran	Syarat
1.	Normal	Cs=0 Ck=3
2.	LogNormal	Cs = 3 Cv
3.	Gumbel	Cs= 1,1396 Ck= 5,4002
4.	Bila tidak ada yang memenuhi syarat digunakan sebaran Log Person Type III	

Sumber: I Made Kamiana, 2011

2.6.4 Uji Konsistensi

Uji konsistensi bertujuan untuk menguji kebenaran data yang diperoleh, karena data hasil dari pengukuran curah hujan tidak sepenuhnya benar kesalahan data disebabkan karena perubahan lokasi stasiun hujan perubahan sistem lingkungan atau perubahan prosedur pengamatan yang sangat berpengaruh terhadap pengukuran curah hujan yang ada. Hasil dari pengukuran tersebut bisa saja tidak sesuai dan tidak konsisten sehingga menyebabkan penyimpangan terhadap hasil perhitungan.

Data hujan di sebut konsisten jika data yang terukur dan di hitung adalah teliti dan benar serta sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi konsisten data dari suatu stasiun pengamatan dapat dilakukan dengan metode kurva massa ganda (double mass curve).

Metode kurva massa ganda di gunakan untuk data curah hujan tahunan dengan jangka waktu pengamatan yang panjang. Metode ini membandingkan hujan kumulatif dari stasiun hujan yang di teliti dengan harga-harga kumulatif curah hujan rata-rata dari beberapa stasiun hujan yang berdekatan. nilai nilai kumulatif tersebut digambarkan pada sistem koordinat kartesian x-y, kurva tersebut diperiksa untuk melihat kemiringan (trend). jika garis berbentuk lurus , berarti data konsisten .jika kemiringan patah atau berubah , berarti data tidak konsisten perlu dikoreksi dengan mengalikan data setelah kurva berubah dengan perbandingan kemiringan setelah dan sebelum kurva patah.

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter X^2 yang dapat dihitung dengan rumus berikut (Suripin, 2004):

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

X^2 = nilai Chi-Kuadrat

f_o = Frekuensi observasi/pengamatan

f_e = Frekuensi ekspektasi /harapan

Tabel 2.8 Tabel nilai parameter Chi-Kuadrat Kritis, χ^2 cr

Dk	(A) Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,02	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,00098	0,00393	3,84	5,02	6,63	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,99	7,37	9,21	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,81	9,48	11,34	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,48	11,14	13,27	14,860

5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,83	15,08	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,59	14,44	16,81	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,06	16,01	18,47	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,50	17,53	20,0	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,91	19,02	21,66	23,589

Dk	(A) Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,02	0,01	0,005
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,30	20,48	23,20	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,67	21,49	24,72	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,02	23,33	26,21	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,36	24,73	27,68	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,68	26,11	29,14	31,319
15	4,601	5,229	6,161	7,261	24,99	27,48	30,57	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,29	28,84	32,00	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,58	30,19	33,40	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,90	28,86	31,52	34,80	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,14	32,85	36,19	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,41	34,1	37,56	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,67	35,47	38,93	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,92	36,78	40,28	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,17	38,07	41,63	44,181

24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,41	39,36	42,98	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,65	40,64	44,31	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,88	41,92	45,64	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,11	43,19	46,96	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,33	44,46	48,27	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,55	45,72	49,58	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,77	46,97	50,89	53,672

Sumber : Soewarno (1995)

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

2.6.5 Analisis Intesitas Curah Hujan

Intesitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. (wesli,2008)

Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya.intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidsk luas.hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi,tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang.kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit.(suroso,2006)

Biasanya dalam perencanaan bangunan pengairan debit rencana sangat diperlukan untuk mengetahui kapasitas yang seharusnya dapat ditampung oleh sebuah drainase agar semua debit airdapat ditampung dan teralirkan rumus yang biasa digunakan dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} X \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$T_c = T_o - T_D \dots\dots\dots (2.14)$$

$$T_o = \left(\frac{2}{3} X 3.28 X L_o X n_d / \sqrt{S} \right)^{0.167} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$T_o = \frac{L}{60 V} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan(mm/jam)

T_c = lamanya atay durasi curah hujan(jam)

R₂₄= Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang(mm)

T_o = Waktu in-let(menit)

T_D = Waktu alirandalam saluran(menit)

L_o = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

N_d = Angka kekasaran permukaan lahan(tabel)

S = Kemiringan daerah pengaliran atau kemiringan tanah

V = kemiringan rata-rata dalam saluran (m/det)

2.6. Koefisien Aliran Permukaan (C)

Pada saat terjadi hujan pada umumnya sebagian air hujan akan menjadi limpasan dan sebagian mengalami infiltrasi dan evaporasi. Bagian hujan yang mengalir diatas permukaan tanah dan saat sesudahnya merupakan limpasan/pengaliran. Besarnya koefisien pengaliran untuk daerah perencanaan disesuaikan dengan karakteristik daerah pengaliran yang dipengaruhi oleh tata guna lahan (*Land Use*) yang terdapat dalam

wilayah pengaliran tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 2.9 Koefisien pengaliran

Kondisi	Koefisien	Karakteristik	Koefisien
Pusat Perdagangan	0,70 - 0,95	Permukaan Aspal	0,70 – 0,95
Lingkungan Sekitar	0,50 – 0,70	Permukaan Beton	0,80 – 0,95
Rumah-Rumah	0,30 – 0,50	Permukaan Batu Buatan	0,70 – 0,85
Tinggal	0,40 – 0,60	Permukaan Kerikil	0,15 – 0,35
Kompleks Perumahan			
Kondisi	Koefisien	Karakteristik	Koefisien
Daerah Pinggiran	0,25 – 0,40	Alur Setapak	0,10 – 0,85
Apartemen	0,50 – 0,70	Atap	0,75 – 0,95
Industri Berkembang	0,50 – 0,80	Lahan Tanah Berpasir	0,05 – 0,10
Industri Besar	0,60 – 0,90	Kemiringan 2 %	0,10 – 0,15
Taman Pekuburan	0,10 – 0,25	Kemiringan 2 s/d 7 %	0,15 – 0,20
Taman Bermain	0,10 – 0,25	Bertrap 7 %	0,13 – 0,17
Lapangan dan Rel Kereta	0,25 – 0,40	Lahan tanah keras kemiringan 2 %	0,18 – 0,22
Daerah Belum Berkembang	0,10 – 0,30	Kemiringan rata-rata 2 s/d 7 % Bertrap 7 %	0,25 – 0,35

Sumber : *Urban Drainage Guidelines and Design Standards*

a. Koefisien Penyebaran Hujan (β)

Koefisien penyebaran hujan merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran nilai besaran ini tergantung dari kondisi dan luas daerah pengaliran untuk daerah relatif kecil biasanya kejadian hujan dianggap merata sehingga nilai koefisien penyebaran hujan β diambil 1 besaran koefisien ini yang tergantung dari luas daerah pengaliran. Dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 2.10Tabel Koefisien Penyebaran Hujan

Luas daerah pengaliran (Km ²)	Koefisien penyebaran hujan(β)
0-4	1
5	0.995
10	0.980
15	0.955
20	0.920
25	0.875
30	0.820
50	0.500

sumber:priseila Pantewati:buku ajar Drainase Perkotaan FT UNWIRA

2.6.7 Debit Limpasan

Debit air hujan (limpasan) adalah volume aliran yang terjadi di permukaan tanah yang disebabkan oleh turunnya hujan dan terkumpulnya membentuk suatu aliran, aliran ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling mempengaruhi yaitu jenis permukaan tanah luas daerah limpasan, dan intensitas curah hujan. Debit air hujan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_{\text{Air Hujan}} = 0.278 \text{ CIA} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan =

Q = Debit limpasan(m³/det)

C = Koefisien pengaliran (tabel)

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi(mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran(km²)

2.8 Analisa Hidrolika

Dalam merencanakan dimensi saluran drainase diperlukan analisis hidrolika. Analisis hidrolika bertujuan untuk merencanakan dimensi yang sesuai dengan dengan jumlah debit limpasan yang sudah dihitung dalam analisis hidrologi.

2.8.1 Bentuk Saluran

Bentuk-bentuk saluran untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai, adapun bentuk-bentuk saluran antara lain:

➤ **Trapesium**

Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton, saluran ini memerlukan cukup ruang berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

➤ **Persegi**

Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton, bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan areal. berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

➤ Segi tiga

Saluran ini sangat jarang digunakan tetap mungkin digunakan dalam kondisi tertentu

➤ Setengah lingkaran

Saluran ini terbuat dari pasangan batu atau dari beton dengan cetakan yang telah tersedia. berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

2.8.2 Peresapan Air Kedalam Tanah

Air yang turun melalui proses alami yang disebut hujan akan mengalami beberapa aktifitas fisik dan kimia saat mencapai permukaan bumi. Salah satunya yakni meresap kedalam tanah. Air yang meresap kedalam tanah mengalami proses infiltrasi dan perkolasi. Infiltrasi merupakan suatu proses masuknya air kedalam tanah dengan gaya grafitasi. sedangkan perkolasi merupakan proses masuknya air yang telah terinfiltrasi kedalam tanah yang lebih dalam. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses Infiltrasi yakni, karakteristik hujan, kondisi permukaan tanah, kondisi penutup permukaan (Darwis, 2018).

Infiltrasi dapat diketahui melalui beberapa cara yakni dengan inflow dan outflow, analisis data hujan dan hidrograf, menggunakan alat Ring Infiltrometer dan melakukan uji lapangan. perhitungan model persamaan kurfa kapasitas infiltrasi yang dikemukakan oleh horton adalah sebagai berikut:

$$F = F_c + (F_o - F_c)e^{-kt} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

F = Laju infiltrasi nyata (cm/jam)

F_c = Laju Infiltrasi tetap (cm/jam)

F_o = Laju Infiltrasi awal (cm/jam)

K= konstanta

T = waktu

e = 2,71828

selain memakai alat infiltrometer infiltrasi juga dapat diketahui melalui uji lapangan, uji lapangan nilai I filtrasi dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

- Membuat galian pada permukaan tanah dengan dimensi luasan tertentu
- Galian lubang tersebut diisi dengan air sampai penuh
- Kemudian air diukur dan dicatat penurunannya permukaan dengan rentan waktu per 5 menit
- Prosedur pencatatan penurunan muka air dilakukan secara berulang-ulang sampai penurunan air tersebut konstan, nilai penurunan air yang konstan tersebut dijadikan standar untuk menghitung laju infiltrasi

2.8.3 Sumur Resapan

Bangunan sumur resapan adalah salah satu rekayasa teknik perlindungan air berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali menggunakan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai daerah menampung air hujan yang jatuh pada atas atap rumah atau wilayah rapat air dan meresapkanya ke tanah.

Sumur resapan berfungsi memberikan imbuhan air secara sintesis dengan cara menginjeksikan air hujan ke pada tanah. Target lokasi ialah wilayah peresapan air di tempat budidaya, permukiman, perkantoran, industri sarana serta prasarana dan fasilitas umum lainnya.

Manfaat sumur resapan adalah: mengurangi sirkulasi bagian atas sehingga dapat mencegah atau mengurangi terjadinya banjir serta genangan air.

Jenis konstruksi sumur resapan: bentuk serta jenis bangunan sumur resapan bisa berupa bangunan sumur resapan air yang dibuat segi empat atau silinder dengan kedalaman eksklusif dan dasar sumur terletak pada atas permukaan air tanah. Ada beberapa jenis konstruksi sumur resapan adalah: sumur resapan pada dinding sumur, dasar sumur tanpa diisi batu belah dan juga ijuk, sumur dengan susunann batu, batu kali atau batako diisi menggunakan batu belah belah dan ijuk.

