

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

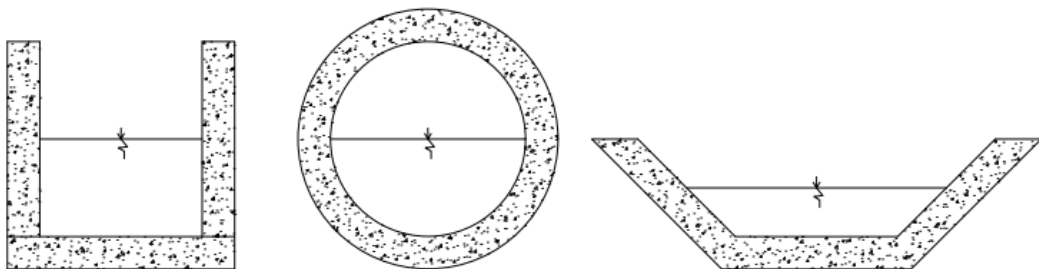
2.1 Drainase

2.1.1 Pengertian drainase

Pada umumnya drainase adalah cara pengalihan aliran air secara alamiah atau alamiah dari permukaan tanah bagi suatu daerah atau wilayah untuk menghindari genangan air yang dapat mengakibatkan banjir. Sistem drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi menangani kelebihan air sebelum memasuki area sungai. Dari sudut pandang lain drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat dalam rangka menuju kehidupan yang aman, nyaman, bersih, dan sehat.

2.1.2 Jenis-jenis drainase

Jenis drainase dapat dibedakan menjadi 2 yaitu, drainase alamiah dan drainase buatan. Untuk drainase alamiah adalah saluran yang terbentuk alami dikarenakan goresan-goresan air yang bergerak gravitasi yang semakin lama membentuk jalur air yang permanen, contohnya seperti sungai. Sedangkan drainase buatan, drainase ini dibuat dengan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan khusus seperti selokan, pasangan batu, pipa, dan gorong-gorong. Teruntuk drainase alami bentuknya terjadi alami akibat gesekan air, akan tetapi untuk saluran buatan memiliki 3 bentuk saluran yaitu persegi, trapesium, dan lingkaran. Untuk bentuk drainase buatan dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



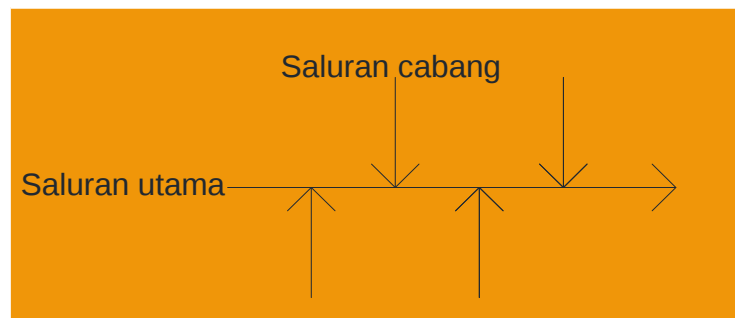
Gambar 2. 1 Drainase buatan

Pada saluran drainase memiliki 2 jenis konstruksi, yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup, yang dimana saluran terbuka lebih cocok digunakan untuk

drainase air hujan sedangkan saluran tertutup biasanya digunakan untuk aliran air limbah yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitar.

2.1.3 Pola jaringan drainase

a. Pola siku

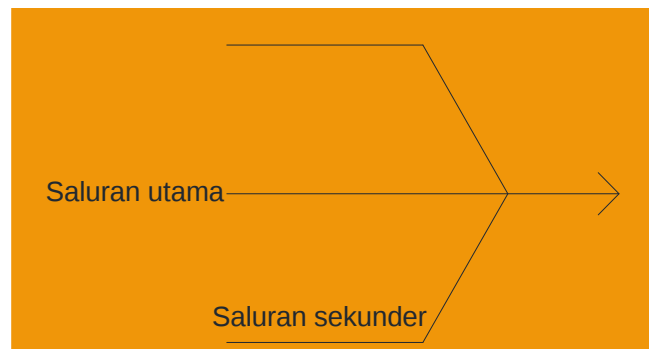


Gambar 2. 2 Drainase pola siku

Gambar 2.2 adalah jaringan drainase pola siku. Jaringan drainase pola siku biasanya digunakan pada daerah yang topografinya sedikit lebih tinggi dari sungai.

b. Pola paralel

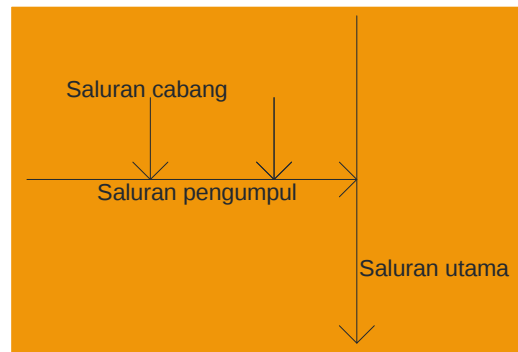
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang atau sekunder, dimana saluran sekunder nantinya akan dihubungkan dengan saluran utama. Gambar saluran pola paralel dapat dilihat pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2. 3 Drainase pola paralel

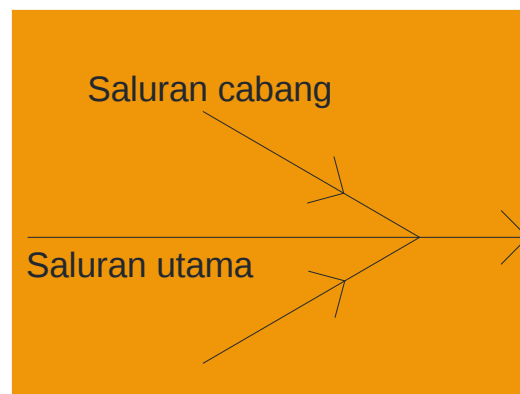
c. Pola *grid iron*

Jaringan drainase *grid iron* dibuat untuk daerah yang sungainya terletak di pinggir kota, oleh karena itu saluran cabang dikumpulkan pada saluran utama. Selanjutnya dapat dilihat pada gambar di bawah berikut.



Gambar 2. 4 Drainase pola *grid iron*

d. Pola alamiah



Gambar 2. 5 Drainase pola alamiah

Gambar 2.5 merupakan jaringan drainase pola alamiah. Jaringan drainase pola alamiah mirip seperti siku, tetapi saluran ini membebani sungai lebih besar.

e. Pola radial

Jaringan drainase ini biasanya saluran ini berada di daerah berbukit atau dataran tinggi sehingga pola saluran berpencar ke segala arah. Jaringan drainase pola radial dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah ini.



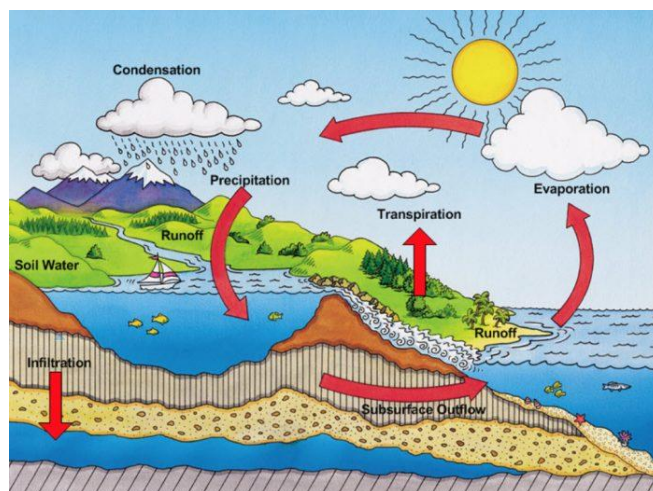
Gambar 2. 6 Drainase pola alamiah

2.2 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah perputaran (sirkulasi) air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui *kondensasi*, *presipitasi*, *evaporasi* dan *transpirasi*. Di dalam (Jurnal Esi Restiani, Fadillah sabri ; 2015 Menurut Soemarto ,1993), bahwa siklus hidrologi diartikan sebagai sebuah bentuk pergerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi yang lain dan akhirnya mengalir ke laut kembali.

Pertama, air menguap dari permukaan air seperti lautan, sungai, danau, dan tanah melalui proses penguapan. Uap air yang terbentuk kemudian naik ke atmosfer. Selain itu, tanaman juga mengeluarkan air melalui proses *transpirasi*, di mana air yang diserap oleh tanaman kemudian dipindahkan ke atmosfer melalui stomata di daun. Kemudian, uap air yang naik ke atmosfer mendingin dan membentuk awan melalui proses *kondensasi*. Ketika awan menjadi jenuh dengan uap air, proses presipitasi terjadi, di mana air jatuh kembali ke permukaan Bumi dalam bentuk hujan, salju, hujan es, atau embun.

Air yang mencapai permukaan Bumi dapat meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi atau mengalir di permukaan tanah menuju sungai, danau, atau laut melalui aliran permukaan. Sebagian air yang mencapai permukaan tanah juga dapat disimpan dalam bentuk air tanah atau air beku seperti es dan salju. Siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2. 7 Siklus hidrologi
(sumber: *kompas.com*, 2023)

2.3 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan bumi, dan dalam tanah. Dalam analisis hidrologi, data hidrologi, seperti curah hujan, debit aliran, dan presipitasi, diproses dan dianalisa untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang digunakan dalam perencanaan sistem pengendalian banjir. Proses analisis hidrologi meliputi pengolahan data hidrologi, seperti presipitasi, pengolahan data hujan, dan pengolahan data debit aliran. Dalam analisis hidrologi, juga terdapat perhitungan frekuensi hujan menggunakan teori *probability distribution*, seperti distribusi normal, log normal, log person III, dan gumbel.

2.3.1 Distribusi normal

Distribusi normal disebut pula distribusi *Gauss*. Persamaan distribusi normal :

$$X_t = \bar{X} + K_t \cdot S_d \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan rumus :

X_t = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode T- tahunan

$\bar{X}$ = nilai rata – rata data

S_d = deviasi standar

K_t = faktor frekuensi

2.3.2 Distribusi log normal

Jika variabel acak $Y = \text{Log } X$ di distribusikan secara normal , maka X dikatakan mengikuti distribusi log normal. Persamaan distribusi log normal adalah:

$$Y_t = Y + K_t \cdot S_d \dots\dots\dots (2.2)$$

$Y = \text{Log } X$

Keterangan rumus :

Y_t = perhitungan nilai yang di harapkan menjadi dengan periode T- tahun

Y = nilai rata – rata hitungan data

S_d = standar deviasi

K_t = faktor Frekuensi

Tabel 2. 1 Faktor frekuensi (Kt)

No	Periode Ulang (T) Tahun	Kt
1	2	0
2	5	0,84
3	10	1,28
4	20	1,64
5	25	1,75
6	50	2,05
7	100	2,33

(sumber : Bonnnier, 1980 dalam Suripin, 2004)

2.3.3 Distribusi gumbel

Persamaan distribusi gumbel adalah sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_d \dots\dots\dots(2.3)$$

$$K = \frac{Y_T - y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan rumus :

X = harga rata – rata sample

K = faktor probabilitas

Sd = deviasi standar

Yn = *reduced mean* yang tergantung jumlah sample n tersedia dalam bentuk tabel

Sn = *reduced standar deviation* yang tergantung jumlah sample n tersedia dalam bentuk tabel

Yt = *reduced variate*, telah ditabelkan

Tabel 2. 2 *Reduced mean* (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
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	0,5396	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	0,4493	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. 3 *Reduced standard deviation (Sn)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	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	1,1987	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	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(sumber : Suripin, 2004)

Tabel 2. 4 *Reduced variated (Yt)*

Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced variate, Yt	Periode Ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Yt
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	2,5206
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)

2.3.4 Distribusi log person III

Jika X adalah curah hujan maka berikut adalah langkah–langkah penggunaan distribusi log person tipe III:

- Ubah data dengan bentuk logaritmis, $X = \log X$
- Hitunglah nilai rata – rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.5)$$

- Standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.6)$$

- Koefisien Skewness

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)Sd^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan rumus :

X_i = nilai varian ke i

$\bar{X}$ = nilai rata-rata

n = jumlah data

Sd = standar deviasi

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus

$$\log X_T = \log \bar{X} + S_d \cdot K \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan K adalah variabel standar (*standarized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan CS. Nilai K seperti dalam Tabel 2.5 nilai koefisien K untuk log person Apabila nilai CS = 0, maka distribusi log person

tipe III identik dengan distribusi log normal, sehingga distribusi kumulatif merupakan garis lurus pada grafik.

Tabel 2. 5 Nilai K untuk distribusi log pearson III

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	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	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	2,254	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,97	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	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	2,78	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	1,34	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	2,998	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	2,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,83	1,301	2,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,85	1,285	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,885	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,488	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	1,27	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	0,035	1,069	1,089
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99
-2,2	-3,705	-0,574	0,33	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)

Dengan menggunakan salah satu metode di atas, kita menghitung tinggi

hujan rencana yang akan digunakan sebagai dasar menentukan dimensi suatu bangunan air. Analisis frekuensi dengan acara statistik berdasarkan data pencatatan berkala pada stasiun hujan. Analisis frekuensi di dasarkan pada sifat – sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh kemungkinan besaran hujan pada periode ulang tertentu. Parameter statistik yang perlukan di perhatikan antara lain :

- a. Nilai rata – rata

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(2.9)$$

- b. Nilai Deviasi standar (*Standart deviation*)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.10)$$

- c. Koefisien variasi (*Coefficient of variation*)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.11)$$

- d. Koefisien kemencengan (*Coefficient skewness*)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots(2.12)$$

- e. Koefisien ketajaman (*Cofficient of kurtosis*)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan rumus :

X = Curah Hujan Rata – Rata Daerah (mm)

n = Jumlah data pengamatan

Xi = Curah hujan di stasiun I (mm)

Sd = Standar deviasi (mm)

Cv = Koefisien Variasi (*Coefficient of Variation*),

Cs = Koefisien Kemencengan (*Coefficient of Skewness*)

Ck = Koefisien ketajaman (*Coefficient of Kurtosis*)

Tabel 2. 6 Karakteristik distribusi frekuensi

Jenis Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi
Distribusi normal	$CS = 0$ dan $Ck = 3$
Distribusi log normal	$CS > 0$ dan $Ck > 3$
Distribusi gumbel	$CS = 1,139$ dan $Ck = 5,405$
Distribusi log person tipe III	CS antara 0 s.d 0,9

(sumber :Soewarno, 1995)

Karakteristik distribusi frekuensi dapat di lihat pada Tabel 2.5 di atas. Untuk menentukan distribusi yang akan digunakan di dasarkan pada hasil uji kesesuaian terhadap ciri–ciri statistik masing–masing. Kesalahan dalam memilih jenis distribusi akan menyebabkan terjadinya kesalahan perkiraan, baik *over estimate* ataupun *under estimate*, di mana keduanya sangat tidak diharapkan dalam suatu perhitungan.

2.4 Waktu Konsentrasi

Waktu Konsentrasi suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh ke tempat DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi – depresi kecil terpenuhi.perlu diperhatikan juga beberapa faktor yang dapat mempengaruhi besarnya waktu yang diperlukan dari titik masuk sampai titik keluar (to), antara lain :

- Intensitas hujan
- Jarak aliran
- Kemiringan medan
- Kapasistas infiltrasi
- Kekasaran medan

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan persamaan *kirpich* :

$$tc = \left(\frac{0,87 \times L^2}{10000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan rumus :

S = kemiringan medan.

L = Panjang Lintasan aliran di permukaan lahan (m)

L = Panjang lintasan aliran di dalam saluran / sungai (m)

2.5 Perhitungan Intensitas Hujan Dengan Metode Mononobe

Menurut Hasmar (2011), persamaan perhitungan intensitas hujan dengan metode mononobe adalah sebagai berikut:

$$I_T = \frac{RT}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ (mm/jam)} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan rumus:

IT = Intensitas Hujan (mm/jam)

RT = Curah hujan dengan PUH (tahun) dalam (mm)

tc = Waktu tempuh aliran di saluran dalam (jam)

2.6 Debit

2.6.1 Debit limpasan

Limpasan permukaan adalah proses pergerakan air diatas permukaan tanah menuju ke aliran utama yaitu antara lain sungai dan danau. Saluran air dan sungai alam (drainase) adalah jalan utama aliran air hujan yang telah menjadi air permukaan. Namun ketika daya tampung saluran air dan sungai sangat terbatas, apalagi dengan banyaknya sampah yang mengakibatkan pendangkalan dan sumbatan pada saluran air dan sungai, maka aliran air akan terhambat dan meluap keluar dari badan saluran air atau sungai dan mengenai bangunan–bangunan atau jalan–jalan raya, maka kita menyebut fenomena ini dengan istilah banjir.

Koefisien aliran (*runoff coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah. Dengan jumlah air yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien aliran ini di pengaruhi laju infiltrasi atau presentase lahan kedap air, jenis tanah, porositas tanah, dan simpanan depresi kemiringan lahan, tanaman penutup tanah (jenis vegetasi), intensitas hujan, dan konstruksi yang ada

di permukaan tanah. Nilai koefisien aliran (C) dan nilai faktor limpasan (K) dapat di lihat pada Tabel 2.7 berikut ini

Tabel 2. 7 Harga koefisien pengaliran (C) dan harga faktor limpasan (fk)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien aliran (C)	Faktor limpasan (fk)
A	JALAN		
	1. Jalan beton dan jalan aspal	0,70-0,95	-
	2. Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40-0,70	-
	3. Bahu jalan :		-
	a. Tanah berbutir halus	0,40-0,55	-
	b. Tanah berbutir kasar	0,10-0,20	-
	c. Batuan masih keras	0,70-0,85	-
	d. Batuan masih lunak	0,60-0,75	-
B	TATA GUNA LAHAN		
	1. Daerah perkotaan	0,70-0,95	2,0
	2. Daerah pinggiran kota	0,60-0,70	1,5
	3. Daerah industri	0,60-0,90	1,2
	4. Pemukiman padat	0,40-0,60	2,0
	5. Pemukiman tidak padat	0,40-0,60	1,5
C	LAHAN		
	6. Taman dan kebun	0,20-0,40	0,2
	7. Persawahan	0,45-0,60	0,5
	8. Perbukitan	0,70-0,80	0,4
	9. Pegunungan	0,75-0,90	0,3

(sumber : Pedoman Bangunan dan konstruksi, Dinas PU, 9)

Keterangan :

1. Harga koefisien pengaliran (C) untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar.

2. Harga faktor limpasan (f_k) hanya digunakan untuk guna lahan sekitar saluran selain bagian jalan.
3. Bila daerah pengaliran atau daerah layanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda. Menurut (*Pedoman Bangunan dan konstruksi, Dinas PU, 8*), harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 f k_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan Rumus :

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 = Luasan daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

F_k = Faktor limpasan sesuai guna lahan

2.6.2 Debit air limbah

Debit air kotor merupakan debit yang berasal dari air buangan rumah tangga, bangunan gedung, instalasi, dan lainnya. Untuk menghitung debit air kotor, perlu diketahui jumlah kebutuhan air bersih untuk daerah perencanaan dan jumlah penduduk. Debit air limbah mengacu pada jumlah air limbah yang dikeluarkan dari suatu sumber dalam periode waktu tertentu. Debit ini biasanya diukur dalam satuan volume per waktu, seperti liter per detik atau meter kubik per jam. Pengukuran debit air limbah penting dalam manajemen lingkungan dan pengelolaan sumber daya air, karena dapat memberikan informasi tentang tingkat polusi dan dampak lingkungan dari aktivitas manusia atau industri yang menghasilkan limbah tersebut.

Perhitungan debit air limbah dapat dilakukan dengan beberapa metode, tergantung pada karakteristik sistem yang digunakan dan data yang tersedia. Perhitungan debit air limbah dapat dihitung dengan rumus:

$$Q \text{ air kotor} = \text{Debit air buangan tiap orang} \times \text{Populasi penduduk} \dots\dots\dots(2.17)$$

2.6.3 Debit komulatif

Debit komulatif adalah jumlah debit air kotor dan debit air hujan dari hulu sampai hilir saluran drainase.

$$\text{Debit Komulatif} = \text{Debit Limpasan} + \text{Debit Air Limbah} \dots\dots\dots(2.18)$$

2.7 Analisa Saluran

Untuk dapat mengalirkan air diperlukan saluran yang mampu menampung air tersebut ke tempat penampungan. Kapasitas saluran diukur secara langsung dilapangan dengan suatu penampang melintang yang seragam, aliran yang seragam dan kekasaran dasar sungai tidak berubah menurut (*UGM Jurnal, Suyono. Menurut Seyhan, 1990*). Kapasitas saluran dapat dihitung berdasarkan rumus *manning* yaitu:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.19)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan rumus :

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

n : Koefisien kekasaran *manning*

A : Luas penampang (m²)

Q : Debit aliran (m³ / detik)

R : Jari-jari hidrolik (m)

I : Kemiringan permukaan aliran

Tabel 2. 8 Koefisien kekasaran *manning* (n)

No	Keadaan Saluran		Harga (n)
1.	Material dasar (n ₀)	a. Tanah b. Batu c. Gravel halus d. Gravel kasar	0,020 0,025 0,024 0,028
2.	Tingkat ketidak seragaman saluran (n ₁)	a. Halus b. Agak halus c. Sedang d. Kasar	0,000 0,005 0,010 0,020
3.	Variasi penampang melintang saluran (n ₂)	a. Lambat laun b. Berubah (kadang-kadang) c. Sering berubah	0,000 0,005 0,010 - 0,015
4.	Pengaruh adanya bangunan, penyempitan dan lain-lain pada	a. Diabaikan b. Agak berpengaruh c. Cukup berpengaruh	0,000 0,010 - 0,015 0,020 – 0,030

	penampang melintang (n_3)	d. Sangat berpengaruh	0,040 – 0,060
5.	Tanaman (n_4)	a. Rendah b. Sedang c. Tinggi d. Sangat Tinggi	0,005 – 0,010 0,010 – 0,025 0,025 – 0,050 0,050 – 0,100
6.	Tingkat meander (m_5)	a. Rendah b. Menengah c. Tinggi	1,000 1,150 1,300
Keterangan : $n = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$			

(sumber: Chow, 1959)

Tabel 2.8 merupakan koefisien kekasaran *manning* (n). Luas penampang didapatkan dari data lebar saluran bagian atas dan kedalaman maksimum jika penampangnya berbentuk persegi dan apabila bentuk penampangnya trapesium, maka data lebar sungai bagian bawah juga dibutuhkan. Jari-jari hidrolis diketahui dari hasil bagi antara luas penampang dan perimeter penampang sedangkan kemiringan saluran diukur dengan *abney level* dengan satuan derajat atau persen kemudian dikonversi ke dalam bentuk desimal.