

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dirunut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyer drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa. Pada sistem yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima, air diolah dahulu di instalasi pengolah air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memenuhi baku mutu tertentu yang dimasukkan ke badan air penerima, sehingga tidak merusak lingkungan.

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain:

- a. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- b. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- c. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

Sistem jaringan drainase perdesaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu:

1) Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran /badan air yang menampung dengan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase makro ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti

saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro detailnya mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2) Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan disekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase Desa dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampung tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang.

2.2. Banjir

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air didalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya.

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir dibagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan dibagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

2.3 Faktor Penyebab Banjir

Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Yang termasuk sebab-sebab alami banjir diantaranya adalah:

a. Curah Hujan

Curah hujan dapat mengakibatkan banjir apabila turun dengan intensitas tinggi, durasi lama, dan terjadi pada daerah yang luas.

b. Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometric hidrolik (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dll, merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

c. Erosi dan Sedimentasi

Erosi dan sedimentasi di DPS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir disungai.

4. Menurunnya Kapasitas Sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungaio yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan tidak adanya vegetasi penutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

5. Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai

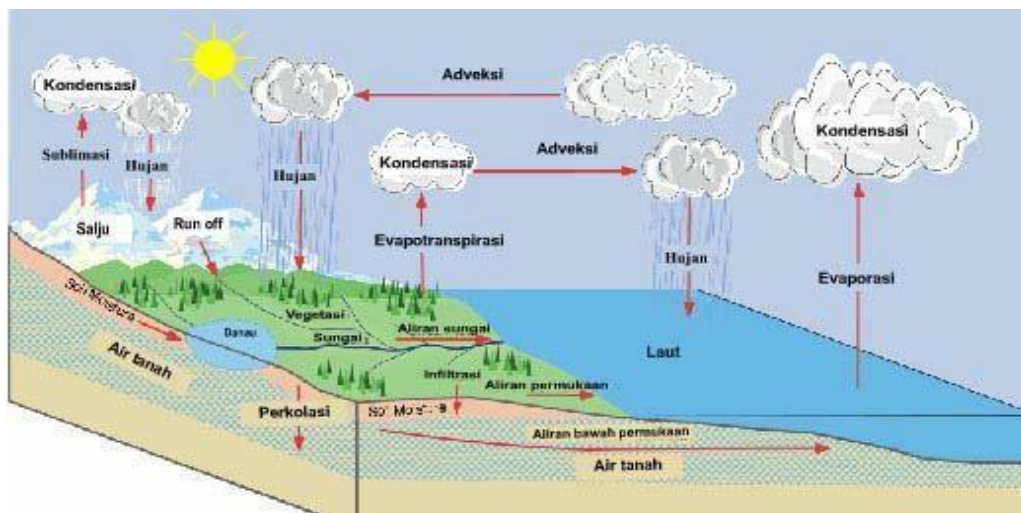
Hampir semua Desa khususnya Desa Sabahlloh mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga Desa Sabahlloh tersebut sering menjadi langganan banjir dimusim hujan.

2.3. Analisa Hidrologi

Analisa Hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hidrologi, keterbatasan teori, dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu.

2.3.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawah oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang kemungkinan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh kebumi menyebar dengan arah yang berbeda- beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (*evaporasi*) dan pemeluhan (*transpirasi*) oleh tanaman (Hisbulloh).



Gambar 2.1: Siklus hidrologi (goesmanda.blogspot.com)

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh kedalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengaklir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawaah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (*transpirasi*) sebelum sampai kelaut (JR dan Paulhus, 1986).

2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Tujuan analisis frekuensi curah hujan adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Analisa frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun otomatis.

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sedangkan, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebutkan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut.

Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakaran hujan, baik secara manual maupun otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistic data kajian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistic kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistic kejadian hujan dimasa lalu.

Berdasarkan pengalaman yang ada, penggunaan periode ulang digunakan untuk perencanaan (*wasli, 2008*)

- Saluran kwarter: Periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier: Periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder: Periode ulang 5 tahun
- Saluran primer: periode ulang 10 tahun

Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase berdasarkan aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan rencana dengan kala ulang tertentu harus dipersiapkan data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam dan menit.

Dalam analisa curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana, data curah hujan yang dipergunakan adalah curah hujan maksimum tahunan. Hujan rata-rata yang diperoleh dengan cara ini dianggap similar (mendekati) hujan-hujan tersebut yang terjadi. Untuk perhitungan curah hujan rencana, digunakan Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-pearson III dan Distribusi Gumbal. Setelah didapat curah hujan rencana dari ke empat metode tersebut maka yang paling ekstrim yang digunakan nantinya pada debit rencana.

Dalam ilmu statistic dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan 4 jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Person III, dan
4. Distribusi Gumbel

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

Tabel 2.1: Parameter statistik yang penting (suripiin, 2004)

Parameter	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\sum$	$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
Simpangan Baku	$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	$\sigma = \sqrt{E[(x - \mu)^2]}$
Koefisien Variasi		

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Umumnya rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat table untuk keperluan perhitungan, dan juga dapat didekati dengan:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periodi ulang T Tahun

$\bar{x}$ = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = factor frekuensi (K_T),umumnya sudah teredia dalam table untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam table berikut, bias disebut sebagai table nilai variable reduksi Gauss

Tabel 2.2: Nilai variabel reduksi gauss(Suripin,2004)

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

Tabel 2.2 : *Lanjutan*

No	Periode Ulang,T(Tahun)	Peluang	K_T
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	4,00	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

2.DistribusiLog Normal

Jika Variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log Normal dapat didekati dengan persamaan:

$$Y_T = Y + K_T S \quad (2.2)$$

$$K_T = \text{ ———— } \quad (2.3)$$

Dimana:

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun

Y = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = factor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang

3. Distribusi Log Person III

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Person III. Ada tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu:

1. Harga rata-rata
2. Simpang baku
3. Koefisien kemencangan

Jika koefisien kemencangan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Type III, yaitu:

- Ubah data kedalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
- Hitung harga simpang baku:

$$S = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n} \quad (2.5)$$

- Hitung koefisien kemencangan:

$$G = \frac{\sum (X - \bar{X})^3}{n S^3} \quad (2.6)$$

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

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot S \quad (2.7)$$

K adalah variable standar (standardized variable) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencangan G, dicantumkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Nilai K untuk metode sebaran Log-person III

Periode ulang (tahun)								
Koef. G	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	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

Tabel 2.3 : *Lanjutan*

Koef. G	Periode ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.144	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	2.076	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.086	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	-2.238	-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	1.305	1.069	1.087
-2.0	-3.065	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.2	-3.705	-0.674	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.4	-3.800	-0.532	0.351	0.725	0.795	0.823	0.823	0.832
-2.6	-3.889	-0.490	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.796
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-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

1. Distribusi Gumbel

Gumbel merupakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam derat harga-harga eksrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka dapat didekati dengan persamaan, sebagai berikut:

$$X=X_s+K \tag{2.8}$$

Dimana:

 $\bar{X}$ = harga rata-rata sampel

S = standar deviasi (simpangan baku) sampel

Factor probabilitas K untuk harga-harga ektrim Gumbal dapat dinyatakan, dalam persamaan, sebagai berikut:

$$\text{---} \tag{2.9}$$

Dimana:

Y = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel data ke-n

S_n = *reduced standard deviation*, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data ke-n

$T_{TR} = \text{reduced variated}$, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$* \quad \dagger \quad (2.10)$$

Tabel 2.4 Reduced mean (Y_n) untuk metode sebaran gumbel tipe I

[illegible]

Tabel 2.5: Reduced standar deviation (S_n) untuk metode sebaran Gumbel tipe I

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.94	0.96	0.99	0.99	1.00	1.02	0.51	0.51	0.52	0.52
20	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	0.53	0.53	0.53	0.53
30	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	0.54	0.54	0.54	0.54
40	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	1.10	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
60	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	0.55	0.55	0.55	0.55
70	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19
80	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.20
90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
100	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

Tabel 2.6: Reduksi Variet (Y_{TR}) sebagai fungsi Periode Ulang Gumbel (Suripin, 2004)

Periode Ulang, T_n	Reduced Variate, Y_{T_n}	Periode ulang, T_R	Reduced Variate, Y_{T_n}
2	0.3668	100	4.601
5	1.5004	200	5.2969
10	2.251	250	5.5206
20	2.9709	500	6.2149
25	3.1993	1000	6.9087
50	3.9028	5000	8.5188

Substitusikan persamaan (2.10) ke persamaan (2.11), maka akan didapatkan persamaan berikut:

-

2.3.3 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi untuk saluran air hujan daerah Perdesaan khususnya Desa Sabahlloh terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir dipermukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat (t_o) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud (t_d). Dalam penelitian ini drainase yang akan di tinjau sepanjang 153 (m) dibagi menjadi 4 titik tinjauan drainase yang diteliti di sebelah kanan dan kiri badan jalan. Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya adalah sebagai berikut:

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.17)$$

Ket : L = Panjang Lintasan Aliran di atas Permukaan Lahan

(m) L_s = Panjang Lintasan Aliran di dalam Saluran (m)

S = Kemiringan malang

n = Angka Kekerasan Manning

V = Kecepatan Aliran di dalam Saluran (m/detik)

-

—

Dalam hal ini nilai S (Kemiringan Lahan) yang diunakan dalam perhitungan berdasarkan.

Tabel 2.7: Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

No	Jenis Lapis Permukaan Jalan	Kemiringan Normal
1	Beraspal, beton	2%-3%
2	Japat	4%-6%
3	Kerikil	3%-6%
4	Tanah	4%-6%

Dan harga n (Angka Kekasaran Manning) yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan Tabel 2.8.

Table 2.8: Harga n untuk rumus manning (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedan α	Jelek
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat lurus teratur	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,023	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran bantuan yang dibedakan ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,035
8	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,015	0,150
9	Bersih, lurus, tidak perpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033

Tabel 2.8 : *lanjutan*

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no 9 tapi ada tambahan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
12	Seperti no 10, dangkal tidak teatur	0,040	0,045	0,050	0,055
13	Seperti no 10, berbatu ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,060
14	Seperti no 12, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
15	Aliran pelan banyak tumbuhan Dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
16	Saluran pasangan batu tanpa finishing	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Saluran pasangan batu dengan finishing	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton, halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015

2.3.4 Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin,2004).

Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah Metode Mononobe yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dengan curah hujan maksimum harian sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{t} \quad (2.18)$$

Dimana: I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam/mm)

2.3.5 Koefisien limpasan (Runoff)

Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan adalah gabungan antar aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*).

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai factor secara bersamaan. Faktor – factor yang mempengaruhi limpasan aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai macam factor secara bersamaan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu :

- Faktor meteorologi yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan.
- Karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan.

Ketetapan dalam menentukan besarnya debit air sangatlah penting dalam penentuan dimensi saluran. Disamping penentuan luas daerah pelayanan drainase dan curah hujan rencana, juga dibutuhkan besaran harga koefisien pengaliran (C). Pengambilan harga C harus disesuaikan dengan rencana perubahan tata guna lahan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Berikut ini koefisien C untuk metode rasional, sebagai berikut:

Tabel 2.9: Koefisien pengaliran (C) (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, Direktorat Jakarta Bina Marga)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien pengaliran (C)
1. Jalan beton dan jalan aspal	0,70-0,95
2. Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40-0,70
3. Bahu jalan :	
- Tanah berbutir halus	0,40-0,65
- Tanah berbutir kasar	0,10-0,20
4. Daerah perdesaan	0,70-0,95
5. Daerah pinggiran Desa	0,60-0,70
6. Daerah industry	0,60-0,90
7. Permukiman padat	0,60-0,80
8. Permukiman tidak padat	0,40-0,60
9. Taman dan kebun	0,20-0,40
10. Persawahan	0,45-0,60

2.3.6 Luas Daerah Pengaliran (A)

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1 : 50.000 – 1 : 25.000. Jika luas daerah pengaliran relative kecil diperlukan peta dalam skala yang lebih besar. Dalam praktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta topography ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit. Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topography yang memadai, asumsi berikut sebagai bahan pembanding.

2.3.7 Analisa Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perdesaan Khususya Desa Sabahlloh dan jalan raya, sebagai debit banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun. Penetapan debit banjir maksimum periode 5 tahun ini berdasarkan pertimbangan :

1. Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan meluapnya sebuah sungai.
2. Luas lahan diperdesaan relative terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 5 tahun.
3. Daerah perdesaan mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga mengakibatkan perubahan pada saluran drainase.

Perencanaan debit rencana untuk drainase perdesaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut :

Perhatikan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,000278 CIA \quad (2.19)$$

Dimana C = koefisien limpasan air hujan

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

A = luas daerah pengaliran (km²)

Q = debit maksimum (m³/det)

Luas daerah pengeringan pada umumnya diwilayah perdesaan terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda (*sud marae*) sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing sud area nilainya berdeda dan untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan masing-masing sud area. Untuk penentuan koefisien limpasan harus dipilih dari pengetahuan akan daerah yang ditinjau terhadap pengalaman, dan harus dipilih dengan jenis pembangunan yang ditetapkan oleh

rencana Desa. Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relative mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampangan oleh cekungan dengan koefisien tampangan yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$(2.20)$$

Dimana:

Q = Debit rencana dengan periode ulang T tahun (m^3/det)

C = Koefisien aliran permukaan

C_s = Koefisien tampangan oleh cekungan terhadap debit rencana

I = Intensitas hujan selama waktu knssentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

T_c = Waaktu konsentrasi (jam)

T_d = Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

Kriteria desain Hidrolik Sistem Drainase perkotaaan luas DAS dari 10 – 500 (ha) dengan periode ulang 2 sampai dengan 10 tahun menggunakan periode perhitungan debit banjir Rasional, dan luas DAS > 500 (ha) dengan periode ulang dari 10 sampai dengan 25 tahun menggunakan perhitungan debit banjir Hidrograf satuan.

2.4 Analisa Hidraulika

Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bagunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*cloused conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, gorong-gorong merupakan saluran tertutup (Suripin,2004).

Analisa Hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap

lainnya dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun saluran tertutup.

2.4.1 Saluran Terbuka

Pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas, permukaanbebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Kekentalan dan gravitasi mempengaruhi sifat aliran pada saluran terbuka. Saluran terbuka umumnya digunakan pada daerah yang:

- Lahan yang masih memungkinkan (luas)
- Lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang
- Badan di kiri dan kanan saluran relatif ringan

1. Debit aliran bila menggunakan rumus Manning

$$Q = A.V \quad (2.21)$$

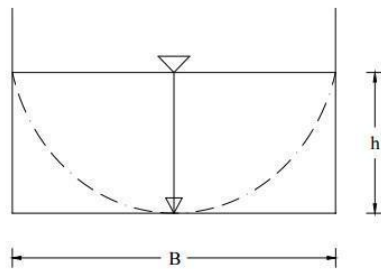
Kondisi debit aliran berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan kecepatan aliran. Diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen, dan pada keadaan debit besar terhindar dari bahaya erosi.

2. Penampang saluran

Penampang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus Manning maupun Chezy dapat dilihat bahwa untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidraulik R maksimum.

Selanjutnya untuk penampang tetap, jari-jari hidraulik maksimum keliling basah, P minimum. Kondisi seperti yang telah kita pahami tersebut memberi jalan untuk menentukan dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk seperti penampang trapesium

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h , penampang basah $A = B \times h$ dan keliling basah P . Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adalah jika kedalaman setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.



Gambar 2.2: Penampang Persegi Panjang (Suripin, 2004).

Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis:

$$A = B \cdot h \quad (2.22)$$

$$P = B + 2h \quad (2.23)$$

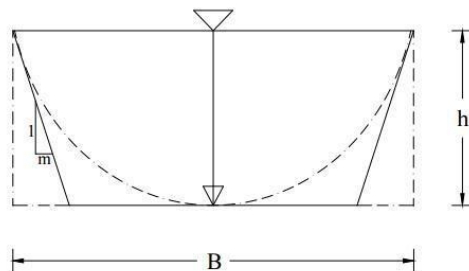
$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \quad (2.24)$$

Jari-jari hidrolik R :

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.25)$$

Penampang Saluran Trapezium Paling ekonomis:

Luas penampang melintang A dan keliling basah P , saluran dengan penampang melintang bentuk trapezium dengan lebar dasar b , kedalaman h dan kemiringan dinding 1 m (gambar 2.4) dapat dirumuskan sebagai berikut.



Gambar 2.3 Penampang Saluran Trapezium (Suripin, 2004)

$$A = (B+mh)h \quad (2.26)$$

$$P = B+2h \quad (2.27)$$

$$B = P-2h \quad (2.28)$$

X penampang trapesium paling ekonomis adalah jika kemiringan dindingnya m

$$A = (b+mh)h$$

- Kemiringan dinding saluran m (berdasarkan kriteria)
- Luas penampang
- Keliling basah
- Jari-jari hidrolis
- Kecepatan aliran

2.4.2 Saluran Tertutup

Aliran dalam saluran terbuka digerakan oleh gaya penggerak yang dilakukan oleh jumlah berat aliran yang mengalir menuruni lereng, sedangkan pada saluran tertutup gaya penggerak tersebut dilakukan oleh gradient tekanan. Ketentuan-ketentuan mengenai aliran bagi saluran tertutup yang penuh adalah tiak berlaku pada saluran terbuka. Pendekatan yang digunakan di Indonesia dalam merancang drainase perdesaan masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan saluran terbuka. Bila digunakan saluran yang ditahan dalam tanah biasanya berbentuk bulat atau persegi, maka diasumsikan saluran tersebut tidak terisi penuh (dalam arti tidak tertekan), sehingga masih dapat dipegunakan persamaan saluran terbuka. Saluran tertutup umumnya digunakan pada:

- Daerah yang lahannya terbatas (Permukiman Peduduk)
- Daerah yang lalu lintas pejalan kakinya padat
- Lahan yang digunakan untuk lapangan paker.

2.4.3 Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit harus ditampung oleh saluran () lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$Q_s \geq Q_r \quad (2.31)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan rumus seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2.32)$$

Dimana: A_s = Luas penampang saluran ()

V = Kecepatan rata-rata aliran dalam saluran (m/det)

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning sebagai berikut :

Dimana: V = kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)

N = koefisien kekaasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

A_s = luas penampang saluran ()

P = keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning n , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada table 2.10 sebagai berikut:

Tabel 2.10 Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN : 970 – 8382 -49 -8)

Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
Batuan/cadas	0
Tanah lumpur	0,25
Lempung keras/tanah	0,5-1
Tanah dengan pasangan batu	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir	2
Lumpur barpsir	3

Tabel 2.11: Tipe saluran dan nilai kekasaran Mwanning (n) (Wesli, 2008)

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
a. Baja	0,011-0,014
b. Baja Pemukaan Gelombang	0,021-0,030
c. Semen	0,010-0,013
d. Beton	0,011-0,015
e. Pasangan Batu	0,017-0,030
f. Kayu	0,010-0,014
g. Bata	0,011-0,015
h. Aspal	0,013

