

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Drainase

Rembesan adalah salah satu kantor penting yang direncanakan sebagai kerangka kerja untuk mengatasi masalah daerah dan merupakan segmen penting dalam penataan metropolitan (khusus penataan pondasi). Menurut Suripin (2004) dalam bukunya yang berjudul *Economical Metropolitan Waste Frameworks*, rembesan memiliki arti penting untuk menguras, menguras, mengatur, atau mengarahkan kembali air. Biasanya, rembesan dicirikan sebagai perkembangan struktur air yang mampu mengurangi dan juga menghilangkan kelimpahan air dari suatu ruang atau lahan, sehingga lahan dapat dimanfaatkan secara optimal. Rembesan juga dicirikan sebagai upaya pengendalian kualitas air tanah yang sebanding dengan desinfeksi. Dengan cara ini, limbah menyangkut air permukaan dan juga air tanah.

Rembesan adalah suatu cara menghilangkan kelimpahan air yang tidak diinginkan di suatu ruang, seperti halnya pendekatan untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan oleh air yang meluap-luap. Dalam perspektif lain, rembesan merupakan salah satu komponen fondasi publik yang dibutuhkan oleh jaringan metropolitan untuk mewujudkan kehidupan kota yang terlindungi, nyaman, sempurna, dan kokoh. Kerangka rembesan di sini berfungsi untuk menguras air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan) dan tambahan struktur penetrasi. Selain itu juga berfungsi sebagai pengatur kebutuhan air permukaan dengan kegiatan untuk lebih mengembangkan daerah rawan, genangan air dan banjir. Pemanfaatan dengan saluran rembesan ini antara lain (Suripin, 2004) :

- a. Sebuah Saluran genangan air sehingga tidak ada pengumpulan air tanah.
- b. Menurunkan muka air tanah ke tingkat yang optimal.
- c. Mengontrol disintegrasi tanah, merusak jalan dan struktur yang ada.
- d. Pengendalian air yang tidak wajar agar tidak terjadi banjir.

2.1.2 Drainase Perkotaan

Sebagai salah satu kerangka dalam penataan metropolitan, kerangka rembesan saat ini dikenal sebagai kerangka sampah metropolitan. Sampah metropolitan adalah ilmu perembesan yang menghabiskan banyak waktu dalam mengkaji wilayah metropolitan yang secara tegas diidentikkan dengan kondisi sosial-sosial alam di wilayah metropolitan (Suripin 2004). Sampah metropolitan adalah pengaturan pengosongan dan pengosongan air dari wilayah metropolitan yang meliputi:

- a. Permukiman.
- b. Wilayah mekanik dan pertukaran.
- c. Lapangan dan sekolah.
- d. Klinik medis dan kantor publik.
- e. Lapangan olahraga.
- f. Tempat parkir.
- g. Perusahaan militer, listrik, komunikasi media.
- h. Terminal udara.

2.1.3 Sistem Drainase Perkotaan

Prinsip dan kerangka kerja untuk memberikan kerangka rembesan metropolitan untuk organisasi pemberi limbah terdiri dari empat macam, lebih spesifiknya (Hasmar, 2002):

1. Kerangka rembesan prinsip adalah kerangka sampah metropolitan yang melayani kepentingan sebagian besar penduduk metropolitan.
2. Kerangka rembesan lingkungan adalah kerangka sampah metropolitan yang melayani kepentingan beberapa penghuni kota.
3. Kerangka rembesan terpisah adalah kerangka limbah yang memiliki jaringan saluran pembuangan yang berbeda untuk air permukaan atau air limbah.
4. Kerangka Gabungan adalah kerangka kerja limbah yang memiliki organisasi saluran pembuangan serupa, baik untuk genangan air maupun air limbah yang diolah.

2.1.4 Sarana Drainase Perkotaan

Seperti yang ditunjukkan oleh (Hasmar, 2002). Kantor-kantor yang memberikan kerangka sampah dan pengendalian banjir adalah.

1. Tindakan kerangka kerja organisasi limbah esensial, opsional dan tersier melalui standarisasi dan pemulihan arah untuk membangun iklim yang terlindungi dan baik terhadap perendaman, banjir sungai, banjir kiriman, dan hujan lebat di sekitarnya.

Mengingat setiap organisasi dapat dicirikan sebagai berikut :

- a. Organisasi penting adalah saluran yang menggunakan aliran dan pengumpan.
 - b. Organisasi opsional adalah saluran yang menghubungkan saluran tersier dengan saluran esensial (dikerjakan dengan mortar beton/beton).
 - c. Organisasi tersier adalah saluran untuk mengarahkan sampah keluarga ke saluran opsional, melalui puting, garis dan tanah.
2. Memenuhi kebutuhan dasar sampah untuk lokasi lokal dan perkotaan.
 3. Mendukung kebutuhan kemajuan dalam mendukung produksi situasi perbaikan kota untuk kawasan pilar dan mendukung kawasan penggerak yang diarahkan oleh Penataan Ruang Kota Secara Keseluruhan.
Sedangkan amanat dalam pelaksanaannya adalah.
 - a. Harus dikalahkan dengan biaya yang bijaksana.
 - b. Eksekusinya tidak menimbulkan efek sosial yang nyata.
 - c. Dapat dilakukan dengan inovasi langsung.
 - d. Manfaatkan saluran yang ada.
 - e. Organisasi rembesan seharusnya tidak sulit untuk bekerja dan mengikuti.
 - f. Mendistribusikan air ke aliran terdekat.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Analisa Hidrologi

2.2.1.1 Perhitungan Hujan Rerata

Ada tiga cara untuk melakukan perhitungan hujan rata rata daerah pematuan yaitu (a) Cara rata rata Aritmatik, (b) Cara rata rata thiesen dan (c) Cara

Isyohiet. Dari ketiga cara tersebut hanya dua cara pertama yang paling sering digunakan di Indonesia karena kesederhanaannya, selain itu cara ketiga membutuhkan kerapatan stasiun yang sesuai dengan jaring jaring kagan padahal untuk mendapatkan hal tersebut masih sulit dilakukan.

2.2.1.2 Rata-rata aritmatik

Metode rata-rata aritmatik ini, digunakan dengan cara menghitung rata-rata curah hujan dari stasiun yang terdekat. Rumus yang digunakan untuk cara ini adalah sebagai berikut :

$$R_x = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n R_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

R_x = curah hujan rata-rata daerah pematusan (mm)

N = jumlah stasiun hujan

R_i = curah hujan di stasiun hujan ke-1 (mm)

2.2.1.3 Rata-rata Poligon Thiesen

Cara ini lebih teliti dibandingkan dengan cara sebelumnya terutama untuk daerah pematusan yang penyebaran stasiunnya tidak merata. Dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari masing masing stasiun maka diharapkan hasilnya lebih mendekati dari kenyataan. Rumusan Poligon Thiesen adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{(A_1 \cdot R_2 + a_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

R = curah hujan rata-rata

R_1, R_2, R_n = curah hujan ditiap titik pengamatan

A_1, A_2, A_n = bagian luas yang mewakili tiap titik pengamatan

n = jumlah titik pengamatan

2.2.2 Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Frekuensi

Curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (maximum annual series) jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan/desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10 tahun. Untuk mencari distribusi yang cocok dengan data yang tersedia dari

pos-pos penakar hujan yang ada di sekitar lokasi pekerjaan perlu dilakukan Analisis Frekuensi. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data hujan maupun data debit. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi Gumbel, Log Pearson type III, Log Normal, dan Normal.

2.2.2.1 Metode Distribusi EJ. Gumbel Type I

Menurut Gumbel (1941) persoalan yang berhubungan dengan harga-harga ekstrim adalah datang dari persoalan banjir. Gumbel menggunakan teori-teori ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dimana sampel-sampelnya sama besar dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial maka probabilitas kumulatifnya adalah :

$$P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

- P (X) = Probabilitas
- X = Variable berdistribusi eksponensial
- E = Bilangan alam = 2,7182818
- A = Konstanta

Waktu balik antara dua buah pengamatan konstan yaitu :

$$Tr(X) = \frac{1}{P(X)^1} \dots\dots\dots (2.4)$$

Menurut Soemarto (1986) ahli-ahli teknik sangat berkepentingan dengan persoalan-persoalan pengendalian banjir sehingga lebih mementingkan waktu balik $Tr(X)$ daripada probabilitas $P(X)$, untuk itu maka :

$$X_T = b - \frac{1}{a} \ln \left(n \frac{Tr(K)-1}{Tr(K)} \right) \text{ atau } Y_T = - \ln \left(- \ln \frac{Tr(K)-1}{Tr(K)} \right)$$

Dengan:

- X_T = Variate X
- A, b = Konstanta
- $Tr(X)$ = Waktu baik
- Y_T = *Recuced variate*

Chow dalam Soemarto (1986) menyarankan agar *variate* X yang menggambarkan deret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini :

$$X_T = X + K \cdot S_1 \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:

X_T = variate yang di ekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan

untuk periode ulang pada T tahun (mm)

X = harga rerata dari harga (mm)

sK = standar deviasi

K = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (return periode) dan tipe distribusi frekuensi.

Faktor frekuensi K untuk harga-harga ekstrim Gumbel ditulis dengan rumus berikut :

$$K = \frac{Ft - Fn}{Sn} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan :

Y_T = *Reduced variate* sebagai fungsi periode ulang T

Y_n = *Reduce mean* sebagai fungsi dari banyaknya data n data n

S_n = *Reduce standart deviation* sebagai fungsi dari banyaknya data n

Dengan mensubstitusi kedua persamaan di atas diperoleh :

$$X_T = X + \frac{Ft - Fn}{Sn} S_n \dots\dots\dots (2.7)$$

2.2.2.2 Metode Distribusi Log Person Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah.

$$P(X) = \frac{1}{(a)c(b)} \left[\frac{K-C}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[\frac{X-C}{a} \right]} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

$P(X)$ = Fungsi kerapatan peluang Person Tipe III

X = Variabel acak kontinyu

A, b, c = Parameter

Γ = Fungsi gamma

Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (logarithmic probability paper) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus.

Persamaan garis lurusnya adalah

$$Y = \bar{Y} - k \cdot S \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

Y = Nilai logaritmik dari X

\bar{Y} = Nilai rata-rata dari Y

S = Deviasi standar dari Y

K = Karakteristik dari distribusi log person tipe III

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson Tipe III, adalah :

1. Tentukan logaritma dari semua nilai X .
2. Hitung nilai rata-ratanya :

$$\text{Log } X = \frac{\sum \text{Log } X}{(n - 1)} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

$\text{Log } X$ = Rata-rata logaritmik

n = jumlah data

X_i = Nilai curah hujan tiap tahun (24 maks)

3. Hitung nilai deviasi standarnya dari log X :

$$S_{\text{Log } X} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{(n - 1)}} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

S = Standar deviasi

4. Menghitung Koefisien skewness (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (\text{log } K - \text{log } K)^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ log } K)^3} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien Skewness

Tentukan anti log dari log X, untuk mendapatkan nilai X yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Cs nya. Nilai Cs dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai k Distribusi person Tipe III

Koefisien	Waktu Balik (Tahun)														
	1.01	1.05	1.11	1.25	1.667	2	2.5	5	10	20	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)														
	99	95	90	80	60	50	40	20	10	5	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.4760	-0.396	-0.1240	0.420	1.180	2.0950	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.4770	-0.360	-0.0673	0.518	1.250	2.0933	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.4707	-0.330	-0.0287	0.574	1.284	2.0807	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.4637	-0.307	-0.0017	0.609	1.302	2.0662	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.4543	-0.282	0.0263	0.643	1.318	2.0472	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.4417	-0.254	0.0557	0.675	1.329	2.0240	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-1.318	-1.168	-1.041	-0.832	-0.4273	-0.225	0.0850	0.705	1.337	1.9962	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.4113	-0.195	0.1140	0.732	1.340	1.9625	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.3933	-0.164	0.1433	0.758	1.340	1.9258	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.3833	-0.148	0.1577	0.769	1.339	1.9048	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-1.733	-1.388	-1.116	-0.856	-0.3733	-0.132	0.1720	0.780	1.336	1.8877	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.3630	-0.116	0.1860	0.790	1.333	1.8613	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.3517	-0.099	0.2007	0.800	1.328	1.8372	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.3407	-0.083	0.2140	0.808	1.323	1.8122	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.3290	-0.066	0.2280	0.816	1.317	1.7862	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.3177	-0.050	0.2413	0.824	1.309	1.7590	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.3053	-0.033	0.2547	0.830	1.301	1.7318	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.2933	-0.017	0.2673	0.836	1.292	1.7028	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	-0.2807	0.000	0.2807	0.842	1.282	1.6728	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	-0.2673	0.017	0.2900	0.836	1.270	1.6417	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	-0.2547	0.033	0.3053	0.850	1.258	1.6097	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.824	-0.2413	0.050	0.3177	0.853	1.245	1.5767	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	-0.2280	0.066	0.3290	0.855	1.231	1.5435	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	-0.2140	0.083	0.3407	0.856	1.216	1.5085	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	-0.2007	0.099	0.3517	0.857	1.200	1.4733	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	-0.1860	0.116	0.3630	0.857	1.183	1.4372	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	-2.894	-1.839	-1.336	-0.780	-0.1720	0.132	0.3733	0.856	1.166	1.4010	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	-0.1577	0.148	0.3833	0.854	1.147	1.3637	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	-0.1433	0.164	0.3933	0.852	1.128	1.3263	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	-3.149	-1.910	-1.340	-0.732	-0.1140	0.195	0.4113	0.844	1.086	1.2493	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	-0.0850	0.225	0.4273	0.832	1.041	1.1718	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	-0.0557	0.254	0.4417	0.817	0.994	1.0957	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	-0.0263	0.282	0.4543	0.799	0.945	1.0200	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.600	0.0047	0.307	0.4637	0.777	0.895	0.9483	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.0287	0.330	0.4707	0.752	0.844	0.8807	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.518	0.0673	0.360	0.4770	0.711	0.771	0.7893	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.1240	0.396	0.4760	0.636	0.660	0.6650	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber : Soewarno, 1995

Untuk menentukan kecocokan (the goodness of fit test) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

Pengujian parameter yang akan di sajikan dalam masalah ini menggunakan :

1. Chi-Kuadrat (Chi-Square).
2. Smirnov – Kolmogorov.

2.2.2.3 Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data analisis.

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut Chi-Kuadrat. Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus :

$$X_{h^1} = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.13)$$

keterangan :

X_{h^2} = Parameter uji chie kuadrat

G = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan)

O_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

Parameter X_{h^2} merupakan variable acak. Peluang untuk mencapai nilai X_{h^2} sama atau lebih besar dari pada nilai Chi-Kuadrat yang sebenarnya (X^2) dapat dilihat pada tabel 2.2

Prosedur uji Chi-Kuadrat adalah :

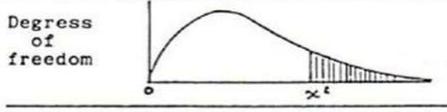
1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
2. Kelompokkan data menjadi G subgroup, tiap-tiap subgroup minimal 4 data pengamatan.
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap subgroup.
4. Tiap-tiap subgroup hitung nilai.
5. Jumlah seluruh G subgroup nilai untuk menentukan nilai Chie kuadrat.
6. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$), untuk distribusi Normal dan Binomial, dan nilai $R = 1$, untuk distribusi Poisson).

Dapat disimpulkan bahwa setelah diuji dengan Chi-kuadrat pemilihan jenis sebaran memenuhi syarat distribusi, maka curah hujan rencana dapat dihitung. Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

1. Apabila peluang lebih besar dri 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
2. Apabila peluang lebih kecil dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

3. Apabila peluang lebih kecil dari (1 – 5) % maka tidak dapat diambil kesimpulan, dengan kata lain perlu tambahan data.

Tabel 2.2 Nilai Kritis Do Untuk Uji Chi-Square



	Probability of a deviation greater than χ^2				
	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,816
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,547
7	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	11,030	13,362	15,507	20,090	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

Sumber : Soewarno,1995:194-195

2.2.3 Pemilihan Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi yang akan dipakai dalam perhitungan selanjutnya (debit banjir rancangan) ditentukan berdasarkan hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi (Uji Smirnov Kolmogorov dan Kai Kuadrat), dimana metode terpilih adalah yang mempunyai simpangan minimum.

Dengan mengacu pada hasil perhitungan sebagaimana disajikan pada laporan hidrologi berikut disajikan rekapitulasi curah hujan rencana yang terpilih berdasarkan simpangan terkecil, sehingga akan dipakai pada perhitungan selanjutnya.

2.2.4 Analisis Debit Rencana

2.2.4.1 Perhitungan Intensitas Hujan

Hal terpenting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan

dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan dalam sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan dalam 24 jam). Harga-harga yang diperoleh ini dapat digunakan untuk menentukan prospek dikemudian hari dan akhirnya digunakan untuk perencanaan sesuai dengan tujuan yang dimaksud.

Dalam pembahasan data hujan ada 5 buah unsur yang harus ditinjau, yaitu :

1. Intensitas i , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu misalnya, mm/menit, mm/jam, mm/hari.
2. Lama waktu (duration) t , adalah lamanya curah hujan (durasi) dalam menit atau jam.
3. Tinggi hujan d , adalah jumlah atau banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.
4. Frekuensi, adalah frekuensi kejadian, biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (return periode) T , misalnya sekali dalam T (tahun).
5. Luas, adalah luas geografis curah hujan.
6. Untuk menghitung intensitas hujan digunakan rumus Dr. Isiguro (1953).

$$I = \frac{R_{24} (24)}{24 t} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

R_{24} = Curah hujan harian (24 jam)

t = Waktu konsentrasi hujan (jam)

m = Sesuai dengan angka Van Breen diambil $m = 2/3$

Jika data yang tersedia adalah data hujan jangka pendek dapat dihitung dengan menggunakan rumus Talbot:

$$I = \frac{a}{I+b} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam).

T = Lamanya hujan (jam).

a dan b = konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS.

Kirpich (1940) dalam Suripin (2004) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi. Rumus waktu konsentrasi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S_0} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang saluran utama dari hulu sampai penguras(km)

S_0 = kemiringan rata-rata saluran

2.2.4.2 Waktu Konsentrasi

Asumsi bahwa banjir maksimum akan terjadi jika hujan berlangsung selama waktu konsentrasi atau melebihi waktu konsentrasi menyebabkan parameter waktu konsentrasi menjadi penting dikaji. Waktu konsentrasi didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh dititik terjauh dari suatu daerah aliran untuk mencapai titik tinjau (outlet).

Lama waktu konsentrasi sangat tergantung pada ciri-ciri daerah aliran, terutama jarak yang harus ditempuh oleh air hujan yang jatuh ditempat terjauh dari titik tinjau. Lama waktu konsentrasi bisa didapatkan melalui hasil pengamatan ataupun dengan suatu pendekatan rumus. Pendekatan rumus yang ada pada umumnya mengacu pada jarak dari tempat terjauh jatuhnya hujan sampai titik tinjau

(L) dan selisih ketinggian antara titik terjauh tersebut dengan titik tinjau (H), ataupun juga kemiringan lahan yang ada.

2.2.4.3 Koefesian Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Koefisien pengaliran ini merupakan cerminan dari karakteristik daerah pengaliran dan dinyatakan dengan angka antara 0 – 1 yaitu bergantung pada banyak faktor. Disamping faktor – faktor meteorologis, faktor daerah aliran,

faktor penting yang juga mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran ini adalah campur tangan manusia dalam merencanakan tata guna lahan.

Tata guna lahan adalah usaha manusia untuk melakukan pemanfaatan lahan secara optimal dan bijaksana. Secara optimal berarti dapat menyediakan kebutuhan manusia baik secara ekonomi dan sosial, seperti penyediaan lahan perumahan, lahan perkantoran, lahan untuk pendidikan dan lain – lain.

Secara bijaksana berarti pengaturan lahan yang masih mempertimbangkan K Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik (Sosrodarsono dan Takeda, 1976), sebagai berikut :

- a. Kondisi hujan.
- b. Luas dan bentuk daerah pengaliran.
- c. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai.
- d. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah.
- e. Kebebasan tanah.
- f. Suhu udara, angin dan evaporasi.
- g. Tata guna lahan.

Koefisien pengaliran (*runoff coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi). Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari. Koefisien pengaliran mempunyai nilai antara dan sebaliknya nilai pengaliran untuk analisis dipergunakan nilai terbesar atau nilai maksimum (Wesli, 2008). Koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan Tata Guna Tanah

Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien Aliran (c)
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70

Perumahan	
rumah tunggal	0,30 – 0,50
multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
aspal dan beton	0,70 – 0,65
batu bata, paving	0,50 – 0,70

Sumber : Suripin, 2004

2.2.4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar. Banjir rencana ini secara teoritis hanya berlaku pada satu penampang / lokasi (penampang kontrol) di suatu ruas sungai, sehingga pada sepanjang ruas sungai akan terdapat besaran banjir rencana yang berbeda.

Salah satu metode untuk menghitung debit banjir rancangan adalah dengan metode Rasional (Imam Subarkah, 1980). Cara ini digunakan pertama kali oleh Mulvaney tahun 1847 di Irlandia. Persamaan Rasional yang dikembangkan sangat

sederhana dan memasukkan parameter DAS sebagai unsur pokok, selain sifat-sifat hujan sebagai masukan. Jenis dan sifat parameter DAS tidak diperinci satu persatu, akan tetapi pengaruh secara keseluruhan ditampilkan sebagai koefisien limpasan (Sri Harto, 1993).

Dalam daerah perkotaan, kehilangan–kehilangan air boleh dikatakan sedikit dan disebabkan waktu konsentrasi yang pendek maka debit keseimbangan sering kali dicapai. Dari alasan inilah rumus rasional masih digunakan untuk menaksir banjir dalam daerah perkotaan. Untuk penaksiran besarnya debit banjir dalam daerah aliran sungai yang besar rumus ini sudah kurang baik untuk digunakan (Soemarto, 1987). Sampai saat ini cara Rasional masih dapat diaplikasikan secara baik dan memberikan hasil yang layak dipergunakan

untuk perencanaan banjir perkotaan dengan batasan- batasan tertentu (Lanny dan Joyce, 1996). Meskipun demikian penggunaan persamaan Rational ini memiliki keterbatasan dalam hal luas daerah Tangkapan saluran sehingga metode ini umumnya hanya digunakan untuk perhitungan pada saluran drainase perkotaan saja.

Perhitungan debit puncak banjir dengan metode ini berdasarkan asumsi :

1. Terjadi hujan dengan intensitas yang sama seluruh wilayah untuk disain banjirnya.
2. Debit puncak akibat intensitas terjadi dititik tinjau paling hilir daerah pematuan ada waktu daerah hulu menyumbang aliran / waktu konsentrasi.
3. Asumsi diatas dijelaskan oleh Subarkah (1980) yang mengatakan bahwa pemikiran secara rasional ini didasari oleh anggapan bahwa laju pengaliran maksimum di saluran akan terjadi kalau lama waktu hujan sama dengan lama waktu konsentrasi.

Limpasan yang dihitung dengan rumus Rasional tersebut mempunyai variabel I (intensitas hujan) yang merupakan besaran air limpasan dan koefisien C (koefisien limpasan permukaan) yang juga faktor penentu dari besar limpasan, bisa dikendalikan sesuai fungsi penggunaan lahan yaitu berupa refleksi kegiatan manusia (Sabirin, 1997). Persamaan Rasional ini dapat digambarkan dalam persamaan aljabar sebagai berikut ;

$$Q = Kc \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.17)$$

bila Q (m³/det), I (mm/jam) A (Km²)

Keterangan :

C = koefisien pengaliran (tanpa satuan).

Kc = faktor konversi satuan unit.

Sehingga :

$$\frac{m^3}{det} = kc \cdot \left(\frac{10^{-3}}{3600} m/det \right) \cdot 10^6 \cdot m^2$$

$$Kc = \left[\frac{(m^3 / det)}{\left(\frac{10^{-3}}{3600} m/det \right) (10^6 m^2)} \right] = 0,27778 \approx 0,278$$

Rumus metode rasional dalam satuan metrik adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

Q = debit banjir maksimum (m^3/det).

C = koefisien pengaliran.

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/jam).

A = luas daerah pengaliran (Km^2).