

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Banjir dan Genangan

Banjir dan genangan merupakan sebuah keadaan alam yang hampir sama yaitu fenomena kelebihan jumlah air pada suatu daerah. Pada deskripsi yang lebih terurai, genangan merupakan keadaan dimana terjadinya penumpukan volume air di suatu tempat karena luapan dari tempat lain atau aliran yang pembuangannya kurang baik, sedangkan banjir merupakan peristiwa kenaikan muka air yang melebihi batas normal.

Perbedaan yang secara jelas menunjukkan ciri masing-masing dari banjir dan genangan adalah pada debit alirannya. Genangan memiliki kecepatan aliran yang sangat kecil, sehingga secara kasat mata, hampir terlihat seakan tidak mengalir, selain kecepatan aliran, genangan juga memiliki kecepatan menguap, dan meresap kedalam tanah, sedangkan banjir memiliki kecepatan aliran yang lebih besar dari genangan, yang secara kasat mata dapat kita lihat dengan jelas, sehingga memungkinkan banjir untuk mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dalam satuan waktu tertentu, dengan kata lain banjir memiliki debit aliran yang bisa dihitung.

2.2 Drainase

Drainase adalah suatu usaha pengeringan suatu daerah yang permukaannya digenangi air (Dirjen Bina Marga, 1977). Dari pengertian diatas, maka tujuan saluran drainase adalah untuk menstabilkan dan mengatur aliran air agar dapat menjaga

keamanan dari sistem konstruksi, baik struktur jalan raya ataupun struktur bangunan, memisahkan aliran air hujan dengan air limbah, dan air buangan lainnya.

2.2.1 Jenis Drainase

Jenis-jenis drainase dapat dikategorikan dalam beberapa kelompok diantara lain menurut sejarah terbentuknya, letak bangunan, fungsi, dan menurut konstruksi. Berikut dijelaskan jenis-jenis drainase :

1. Menurut Sejarah Terbentuknya :

a. Drainase Alamiah

Saluran ini terbentuk tanpa pengaruh dari manusia dan berupa jalur aliran tanpa ada pasangan batu ataupun beton, serta bangunan penunjang lainnya, biasanya saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena pengaruh grafitasi sehingga lambat laun membentuk jalur aliran air.

b. Drainase Buatan

Drainase yang terbentuk dengan perencanaan manusia dengan tujuan mengontrol arah aliran air atau tujuan lain dimana saluran drainase buatan didukung dengan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa, dan sebagainya.

2. Menurut Letak Bangunan :

a. Drainase Permukaan Tanah

Saluran drainase yang berada diatas permukaan tanah dan berfungsi sebagai pengalir air limpasan permukaan.

b. Drainase Bawah Permukaan Tanah

Adalah saluran yang mengalirkan air limpasan lewat saluran yang terdapat di bawah permukaan tanah seperti pipa-pipa, gorong-gorong dan lainnya dikarenakan alasan estetika, contohnya pada lapangan sepak bola, lapangan terbang, dan taman kota.

3. Menurut Fungsi :

a. *Single Purpose*

Adalah saluran yang dimanfaatkan untuk mengalirkan salah satu jenis aliran saja, misalnya saluran limbah rumah tangga saja, air hujan saja, ataupun limbah industri saja.

b. *Multi Purpose*

Adalah saluran yang dimanfaatkan untuk mengalirkan beberapa jenis aliran baik secara bersamaan maupun secara bergantian.

4. Menurut Konstruksi :

a. Saluran Terbuka

Merupakan saluran yang mengalirkan aliran yang tidak membahayakan lingkungan dan manusia, peletakan saluran drainase cocok di daerah yang memiliki luasan cukup, contohnya saluran irigasi sawah.

b. Saluran Tertutup

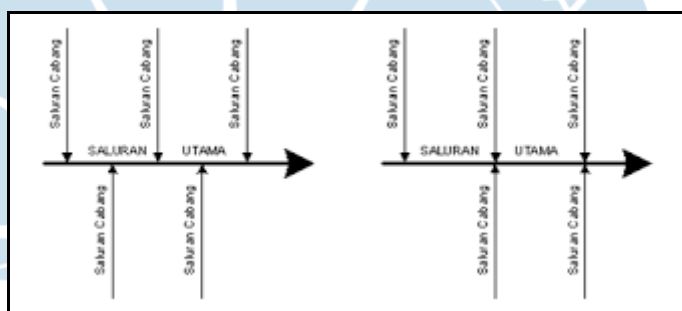
Merupakan saluran yang umumnya dipakai untuk mengalirkan aliran kotor yang dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan manusia contohnya aliran limbah, namun dapat juga digunakan untuk daerah kota yang menuntut nilai estetik sehingga tidak boleh terlihat saluran drainasenya.

2.2.2 Pola Jaringan Drainase

Dalam perencanaanya sistem drainase dapat direalisasikan dalam berbagai pola, diantaranya terdapat pola Siku, Paralel, *Grid Iron*, Alamiah, dan Radial. Berikut penjelasan pola jaringan drainase :

1. Pola Siku :

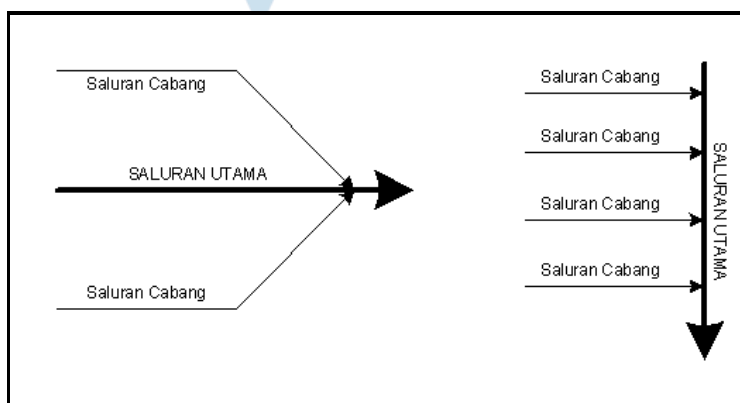
Pada pola ini sering ditemukan saluran cabang yang tegak lurus dan menyambung pada saluran utama, banyak ditemukan pada kawasan perkotaan.



Gambar 2.1 Pola Drainase Siku

2. Pola Paralel :

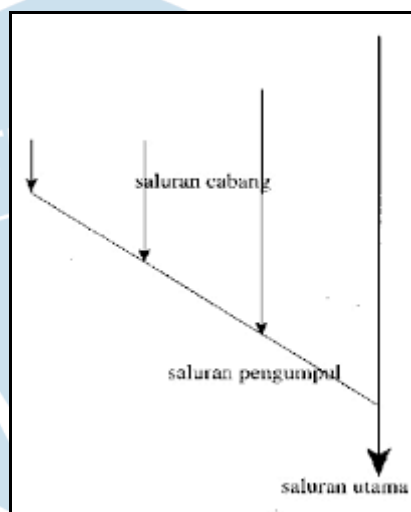
Pada pola ini, saluran cabang diposisikan sejajar dengan saluran utama.



Gambar 2.2 Pola Drainase Paralel

3. Pola *Grid Iron* :

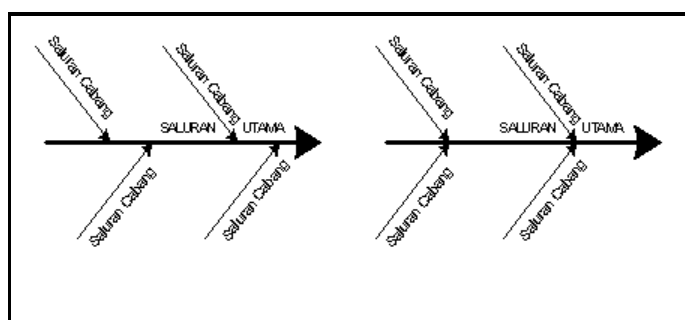
Contoh saluran ini dapat kita temukan pada kawasan pinggir pantai dimana aliran dari saluran cabang akan dikumpulkan pada saluran pengumpul kemudian disalurkan ke saluran utama dan diteruskan ke laut.



Gambar 2.3 Pola Saluran *Grid Iron*

4. Pola Alamiah :

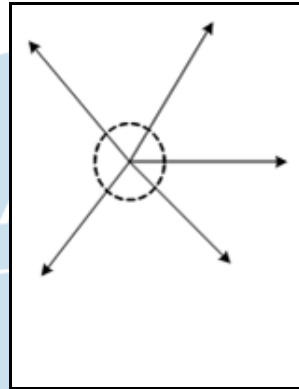
Pola ini hampir mirip dengan pola siku, namun titik temu antara saluran cabang dan saluran utama direncanakan seestetik saluran siku, hal ini dapat disebabkan pola ini bukan untuk kawasan perkotaan dengan tuntutan estetika.



Gambar 2.4 Pola Drainase Alamiah

5. Pola Radial :

Pola ini dapat ditemukan di kawasan perbukitan, sehingga arah aliran memencar ke segala arah.



Gambar 2.5 Pola Drainase Radial

2.2.3 Tipe Penampang Saluran Drainase

Dalam suatu pengerjaan proyek saluran drainase, umumnya digunakan beberapa jenis penampang saluran, dikarenakan kemudahannya, dan juga perhitungan debit saluran yang lebih sederhana, berikut beberapa tipe penampang saluran drainase :

1. Tipe Trapesium

Tipe ini digunakan untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit besar, biasanya digunakan pada lahan yang masih cukup luas, contohnya penggunaan penampang trapesium pada jaringan irigasi sawah



Gambar 2.6 Saluran Trapesium

2. Tipe Persegi / Persegi Panjang

Tipe ini digunakan untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit besar, dapat digunakan sebagai saluran air hujan di kawasan perkotaan, untuk penggunaan tipe ini, terdapat dua jenis yang paling sering dijumpai yaitu tipe *Box Girder* dan tipe *U-ditch*.



Gambar 2.7 *Box Girder*



Gambar 2.8 *U-Ditch*

3. Tipe Lingkaran

Tipe ini biasanya ditemukan dalam bentuk pipa, serta digunakan untuk menyalurkan limpasan air dengan debit kecil hingga besar, dan dapat digunakan untuk menyalurkan air kotor atau limbah yang dapat mengganggu estetika serta kesehatan lingkungan, biasanya terdapat pada hotel dan rumah yang mempunyai limbah rumah tangga.



Gambar 2.9 Saluran Pipa

2.3 Drainase perkotaan

Drainase perkotaan merupakan usaha penanggulangan permasalahan kelebihan volume air pada wilayah kota, terlebih pada kawasan pemukiman. Obyek yang terdapat pada drainase perkotaan sendiri dibagi menjadi beberapa macam seperti pada bangunan gedung, jalan raya, lapangan udara, kawasan pertanian, bendungan, rel kereta api, dan lain sebagainya sesuai dengan kebutuhannya sendiri.

Karena permasalahan yang diangkat merupakan permasalahan banjir di Jalan Kemas, pada penelitian ini, fokus pembahasan akan lebih banyak ke banjir yang terjadi pada bangunan jalan raya.

2.4 Drainase Jalan Raya

Banjir yang terjadi pada Jalan Kemas merupakan keadaan dimana ketika terjadi banjir, semua aktifitas menjadi terhambat dan struktur badan jalan juga akan mengalami kerusakan secara bertahap, menurut pedoman Drainase Jalan Raya (*Highway Drainage Guidelines, 1992*), sebagian besar kerusakan perkerasan jalan adalah karena buruknya sistem saluran pembuangan. Dari teori diatas, banjir yang terjadi di Jalan Kemas ini lama kelamaan akan meresap melalui pori-pori pada permukaan aspal, keadaan ini lama kelamaan akan melemahkan sistem pondasi pada jalan raya, sehingga akan ditemukan kerusakan pada jalan jika tidak dicarikan solusi terhadap kondisi ini.

2.5 Analisis Hidrologi Untuk Drainase

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang kehadiran dan gerakan air di alam ini (Soemarno, 1993), Analisis Hidrologi sendiri dimulai dengan pengumpulan data hidrologi berupa curah hujan, tinggi muka air sungai, debit aliran, kecepatan aliran, kemiringan aliran air, dan lain sebagainya. Untuk perhitungan hidrologi, data ini akan dikumpulkan secara bersamaan untuk perhitungan, dan apabila kedepannya akan dilakukan rekonstruksi bangunan hidrologi atau yang lain, maka data akan dikumpulkan lagi, pengumpulan data ulang disebabkan oleh banyaknya fenomena alam yang akan mempengaruhi kondisi-kondisi diatas, dan nilainya tidak akan sama seperti pada pengambilan data awal. Pada topik ini, data yang digunakan adalah data curah hujan, intensitas hujan, waktu konsentrasi, debit aliran, dan kecepatan aliran.

2.5.1 Angka Limpasan Permukaan (*Runoff coefficient*)

Angka Limpasan Permukaan adalah angka aliran pada suatu jenis permukaan, angka aliran ini berbeda beda tergantung jenis permukaannya. Hal ini disebabkan oleh tipe permukaan yang berbeda memiliki tingkat kekasaran yang berbeda, sehingga hambatan pada aliran juga akan berbeda pada masing-masing jenis permukaan. Selanjutnya angka koefisien limpasan akan ditampilkan dalam gambar 2.1 berikut

Koefisien Limpasan untuk Metoda Rasional
 | (McGuen, 1989 dalam Suripin 2003)

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	▪ Perkotaan	0,70 – 0,95
	▪ Pinggiran	0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan	0,25 – 0,40
	▪ apartemen	0,50 – 0,70
3	Industri	
	▪ ringan	0,50 – 0,80
	▪ berat	0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	▪ aspal dan beton	0,70 – 0,95
	▪ batu bata, paving	0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

Gambar 2.10 Koefisien Limpasan Permukaan

2.5.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah kumpulan data yang merekam jumlah hujan yang turun di suatu daerah dalam jangka waktu tertentu. Data hujan juga digunakan untuk menganalisis besarnya curah hujan di suatu daerah. Berikut contoh data curah hujan dapat dilihat dalam Gambar 2.1 berikut.

Tanggal	Bulan											
	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Agst.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1	7	2.5	14.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0
3	33	5	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	4.5	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	2.5	0	15.5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1.2	6.5	0	0	0	14	0	0	0	0	0
9	0	15.5	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	6.5	23.7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
12	8.5	22.5	0	8.2	0	0	0	0	0	0	0	0
13	14.5	21	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0
14	21.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	4.2	6.5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	4.5	0	0	0	11.5	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	22.5	0	0	0	26	0	0	0	0	0
22	26	4.5	0	0	0	0	32.5	0	0	0	0	0
23	0	4.5	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0
24	19	0	0	0	0	0	6.5	0	0	0	0	0
25	47	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2.2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
27	30.5	7	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		13	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
30	5		0	0	6	0	0	2.5	0	0	0	0
31	28		1		0.5		0	0				0
Total	252.9	139.4	100.5	47.2	6.5	12.5	92	0	0	0	0	0
Periode 1	91	98.4	33.5	40.7	0	12.5	14	0	0	0	0	0
Periode 2	161.9	41	67	6.5	6.5	0	78	2.5	0	0	0	0
Maksimum	47	23.7	22.5	15.5	6	12	32.5	2.5	0	0	0	0
Hari hujan	10	8	6	3	0	1	5	1	0	0	0	0
Keterangan :	* - * : Tidak ada data			* 0 * : Tidak ada hujan								

Gambar 2.11 Contoh Data Curah Hujan

2.5.3 Tinggi Curah Hujan Rerata

Ada tiga cara menentukan tinggi curah hujan rerata pada suatu daerah dari data curah hujan pada stasiun hujan daerah tersebut yaitu cara Tinggi rata-rata, Poligon Thiessen, dan Isohyet. Berikut penjabaran tiga cara beserta persamaannya.

a. Cara Tinggi rata-rata

Tinggi rata-rata didapatkan dengan menghitung pengukuran hujan di stasiun penakar hujan daerah tersebut. Dengan ketentuan stasiun hujan tersebut ditempatkan secara merata di daerah pegamatan dan data hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata semua pos di semua daerah tersebut.

$$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

Dengan :

d = tinggi curah hujan rata-rata

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

n = jumlah pos penakar

b. Cara Poligon Thiessen

Cara ini adalah dengan membentuk garis sumbu antar stasiun dan kemudian menarik garis tegak lurus antar stasiun hingga titik temu antar garis tegak lurus, kemudian menghitung luasan daerah yang terbagi yang kemudian memiliki pengaruh masing-masing pada perhitungan hidrologi.

$$d = \frac{d_1 \cdot A_1 + d_2 \cdot A_2 + \dots + d_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dengan :

A = Luasan Poligon

d = Tinggi hujan rata-rata areal

d_1, d_2, d_n = Tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n

A_1, A_2, A_n = Luasan daerah pengaruh 1, 2, ..., n

c. Cara Isohyet

Cara ini dengan menggambar kontur tinggi hujan yang sama, kemudian luas bagian antara isohyet yang sama dihitung, dan reratanya dihitung sebagai rerata timbang kontur. Cara ini merupakan cara yang paling efektif, tetapi memerlukan pos penakar hujan yang cukup padat agar dapat membuat isohyet.

$$d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dengan :

$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n =$ Luas total area

$d =$ Tinggi hujan rata-rata areal

$d_0, d_1, d_2, d_n =$ Tinggi curah hujan pada isohyet 0, 1, 2 ..., n

$A_1, A_2 \dots, A_n =$ Luas daerah yang dibatasi isohyet

2.5.4 Analisis Parameter Statik

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data hujan di lapangan adalah dengan menghitung parameter dasar statistik yang meliputi rata-rata data hujan, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemencengan asimetri (*skewness*), dan koefisien kurtois.

a. Rata rata (*mean*)

Merupakan nilai tengah tertentu dan dapat digunakan untuk pengukuran sebuah distribusi

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

b. Standar Deviasi

Sebagai kuadrat pembeda antara besar varian dengan rerata

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

c. Koefisien Kemencengan asimetri (*skewness*)

Sebagai penunjuk ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

d. Koefisien Kurtois

Sebagai pengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

e. Koefisien Variasi

Sebagai pembandingan antara standar deviasi dengan rerata hitungan

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}}$$

2.5.5 Pemilihan Jenis Distribusi

Pemilihan jenis dsitribusi didasarkan pada hasil perhitungan parameter statistik, setelah mendapatkan nilai standar deviasi dan koefisien-koefisien yang dibutuhkan, maka pemilihan jenis distribusi bisa dilanjutkan dengan Tabel 2.2 berikut

Tabel 2.2 Ketentuan pada Persamaan Distribusi Peluang

No.	Jenis Distribusi	Ketentuan
1	Normal	$C_s = 0.000$
		$C_k = 3.000$
		Probabilitas $X \leq \bar{X} = 50\%$
2	Log Normal	$C_s = 3C_v$
		$C_s > 0.000$
3	Gumbel	$C_s \sim 1.396$
		$C_k \sim 5.4002$
4	Log Pearson III	Tidak ada sifat seperti distribusi diatas
		Garis Teoritik probabilitasnya berupa lengkungan

2.5.6 Uji Kecocokan

Uji ini dimaksudkan untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan mewakili distribusi tersebut diperlukan pengujian parameter (Soewarno, 1995). Ada dua jenis tes untuk uji kecocokan yaitu uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov.

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji ini menggunakan parameter χ^2 , dengan parameter χ^2 dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\chi^2 = \sum \frac{(E_i - O_i)^2}{E_i}$$

Dengan :

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat

E_i = Frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan, sesuai dengan pembagian kelasnya

O_i = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

Nilai χ^2 yang didapat ini lebih kecil dari harga χ_{cr}^2 yang didapat dari lampiran untuk suatu derajat nyata tertentu, yang diambil sebesar 5%. Derajat Kebebasan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$DK = K - (P + 1)$$

Dengan :

DK = Derajat Kebebasan

K = Jumlah kelas

P = Banyaknya keterikatan atau jumlah parameter Chi-Kuadrat

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan ini biasanya disebut uji kecocokan non parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno, 1995). Berikut tahapan pengujiannya:

1. Mengurutkan data dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya dan menentukan persentase masing-masing data
2. Menentukan masing-masing peluang teoritis dari persamaan distribusi
3. Menentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis, diberi simbol D_{maks} .

$$D_{maks} = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)]$$

Dari Tabel nilai kritis uji Smirnov-Kolmogorov, tentukan nilai D_0 . Apabila nilai $D_{maks} < D_0$, maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima.

2.5.7 Waktu Konsentrasi

Waktu Konsentrasi (t_c) adalah waktu alir air dari titik terjauh sampai ke titik akhir pembuangan drainase. Berikut beberapa rumus yang dapat digunakan untuk menghitung (t_c):

a. Cara Haspers

$$T = L/V$$

Dimana:

$$V = 1.131[\beta \cdot \alpha \cdot A \cdot i^2]^{0.2}$$

Dengan:

V = kecepatan aliran

α, β = koefisien aliran

A = Luasan daerah pengaliran

i = angka kemiringan saluran

b. Cara Kirpich (1940)

$$T_c = 0.0078 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$$

Dengan:

L = Panjang Lintasan

S = Kemiringan saluran rata-rata

c. Cara Izzard (1946)

$$T_c = [41.025(0.0007 \cdot i + c)L^{0.33}] / (S^{0.33} \cdot i^{0.667})$$

Dengan:

i = intensitas hujan

c = koefisien *reterdance*

L = panjang lintasan aliran

S = angka kemiringan saluran

d. Cara Morgali dan Linsley (1965), Aaron dan Eborge (1973)

$$T_c = (0.94.L^{0.6}.n^{0.6}) / (i^{0.4}.S^{0.3})$$

Dengan:

i = intensitas hujan

L = panjang lintasan aliran

S = rata-rata kemiringan dataran

n = koefisien kekasaran *manning*

2.5.8 Intensitas Hujan

Penentuan debit air yang akan dihitung merupakan hal penting dalam melaksanakan proyek pembangunan bangunan air, untuk menentukan debit air yang akan dihitung atau debit perencanaan, dapat kita hitung dengan menggunakan rumus intensitas hujan, berikut rumus yang dapat kita gunakan untuk menghitung intensitas hujan:

a. Talbot (1881)

$$i = a / (t + b)$$

b. Sherman (1905)

$$i = a / t^b$$

Rumus ini cocok untuk $t < 2$

c. **Ishiguro**

$$i = a / (t^{0.5} + b)$$

d. **Mononobe**

$$i = (d_{24}/24) * (24/t)^m$$

Dengan :

i = intensitas hujan

t = durasi curah hujan (Talbot, Sherman, dan Ishiguro untuk durasi menit, Mononobe untuk jam)

m, b , dan a = konstanta

d_{24} = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam

2.5.9 Perhitungan Debit Banjir Kawasan

Untuk mendapatkan debit lapangan digunakan data hujan yang sudah diuji serta dianalisis frekuensinya kemudian diubah menjadi intensitas hujan maksimum dengan periode ulang tertentu, berikut rumus yang digunakan untuk menghitung debit lapangan.

$$Q = C * I * A$$

Dengan :

I = intensitas hujan maksimum kala ulang t_r tahun

C = koefisien limpasan permukaan

A = luas daerah pengaliran

2.5.10 Ketentuan Perencanaan Saluran Drainase

Berikut ketentuan dalam perencanaan saluran drainase :

- a. Untuk menghindari vegetasi, kecepatan minimal (v) = 0.6 m/s
- b. Waktu alir di lapangan = t_0 , didapatkan dengan persamaan :

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} * 3.28 * L * \frac{n_d}{\sqrt{S_{lap}}} \right]$$

Dimana :

L = panjang permukaan yang dilalui (m)

S = kemiringan permukaan

2.5.11 Perencanaan Saluran Drainase

Untuk menghitung kecepatan aliran dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = C \sqrt{R * I}$$

Dengan :

R = jari jari hidrolis (A/P)

I = kemiringan dasar saluran

C = koefisien Chezzy

Berikut beberapa rumus untuk menghitung koefisien Chezzy, yaitu :

Rumus Basin

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_b}{\sqrt{R}}}$$

Rumus Manning :

$$C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}}$$

Rumus Berdasarkan Kekasaran Dinding :

$$C = 18 \log \frac{6R}{k + \frac{1}{2} * \frac{\delta}{7}}$$

Setelah mendapatkan luas penampang saluran rencana dan kecepatan aliran air, maka dapat dihitung debit saluran dengan persamaan berikut:

$$Q = A \times v$$

Dengan

Q = debit saluran (m³/s)

A = luas penampang saluran (m²)

v = kecepatan aliran air (m/s)

