

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengacu pada beberapa penelitian terdahulu, seperti hasil penelitian oleh (Indrastuti & Yunita, 2020) menunjukkan bahwa hasil analisis perhitungan debit eksisting lebih besar dibandingkan debit rencana yaitu  $Q_{eksisting} = 0,1023 \text{ m}^3 / \text{detik}$ , sedangkan debit rencana adalah  $Q_{rencana} = 0,038 \text{ m}^3 / \text{detik}$ . Perhitungan dimensi saluran eksisting sudah memenuhi dimensi rencana. Yaitu nilai  $b_{eksisting} = 0,40 \text{ m} > b_{rencana} = 0,33 \text{ m}$  serta  $h_{eksisting} = 0,45 \text{ m} > h_{rencana} = 0,33 \text{ m}$ . yang berarti tidak ada yang salah pada perencanaan dimensi saluran drainase pada Jalan Duyung Kecamatan Batu Ampar. Untuk perencanaan genangan air yang terjadi pada lokasi studi disebabkan adanya tumpukan tanah atau pasir di area lubang saluran drainase sehingga menghambat aliran air.

Selanjutnya penelitian oleh (Manabung1) et al., 2022) menunjukkan hasil perhitungan debit kapasitas dan debit rencana 10 tahun, ternyata debit kapasitas ketiga drainase pada lokasi penelitian yaitu Jalan Merpati, Kelurahan Rijali diperoleh  $Q_{saluran} < Q_{rencana}$ . Perlu perubahan dimensi penampang pada drainase pada kawasan Jalan Merpati, Kelurahan Rijali sehingga bisa menampung air hujan pada kawasan tersebut sehingga kawasan tersebut tidak lagi banjir pada saat hujan lebat dalam waktu yang lama.

Sementara itu penelitian dari (Kuryanto3), 2024) menunjukkan bahwa curah hujan ekspektasi dengan periode ulang lima tahun adalah 116 mm, dengan intensitas curah hujan rata-rata 208,04 mm/jam. Debit banjir rencana dengan

periode ulang dua tahun adalah 0,27 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan perhitungan, saluran drainase mampu menampung debit air yang diperlukan tanpa mengalami masalah signifikan seperti penumpukan sampah atau ketidaksesuaian dimensi saluran. Oleh karena itu, sistem drainase di rumah sakit ini dianggap berfungsi dengan baik, memastikan lingkungan yang bersih dan aman bagi pasien dan staf.

## **B. Pengertian Drainase**

Drainase berarti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang air yang berlebihan dari suatu area atau lahan, sehingga lahan dapat digunakan secara optimal (Teguh et al., 2025).

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air (Kuryanto<sup>3</sup>), 2024). 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 (Prawati et al., 2022).

Selain itu drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah. Sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu hujan, air yang mengalir dipermukaan diusahakan secepatnya dibuang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas dan bahkan dapat menimbulkan kerugian.

Menurut (Humairo Saidah, 2021) drainase merupakan sebuah sistem yang ditujukan untuk menangani masalah air berlebih yang tidak diperlukan baik yang

mengalir di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah. Kelebihan air ini dapat bersumber dari limpasan akibat hujan (excess rainfall) ataupun berasal dari air buangan limbah dari pemukiman.

Menurut (H.A. Halim Hasmar, 2012) drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainasi yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota. Drainasi perkotaan/terapan merupakan system pengeringan dan pengairan air dari wilayah perkotaan yang meliputi :

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

Menurut (Wesli, 2008a) dalam Drainase Perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi : pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, rumah sakit, fasilitas umum lainnya, lapangan olahraga, lapangan parkir, instalasi militer, instalasi listrik dan

telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut/sungai serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

### C. Sistem drainase

sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan sebagai optimal (Maulidin et al., 2023). Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*) (Prawati et al., 2022). Adapun beberapa sistem jaringan drainase adalah sebagai berikut:

#### 1) Sistem jaringan terpisah (*sepairate sistem*)

Sistem jaringan terpisah adalah sistem dimana air buangan disalurkan tersendiri dalam jaringan roil tertutup, sedangkan limpasan air hujan disalurkan sendiri dalam saluran drainase khusus untuk air yang tidak tercemar. Air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing secara terpisah. Pilihan sistem ini didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain:

- a. Periode musim hujan dan kemarau yang terlalu lama.
- b. Kualitas yang jauh berbeda antara air buangan dan air hujan.
- c. Air buanga memerlukan pengelolaan terlebih dahulu sedangkan air hujan tidak perlu dan harus secepatnya dibuang ke sungai yang terdapat pada daerah yang ditinjau.

Sistem jaringan terpisah memiliki beberapa keuntungan, diantaranya yaitu:

- a. Sistem saluran mempunyai dimensi yang kecil sehingga memudahkan pembuatan dan operasinya.
- b. Penggunaan sistem terpisah mengurangi bahaya bagi masyarakat sekitar.
- c. Pada instalasi pengelolaan air buangan tidak ada tambahan beban kapasitas, karena penambahan air hujan.
- d. Pada sistem ini untuk saluran air buangan bisa direncanakan pembilasan sendiri, baik pada musim kemarau maupun musim hujan.

Selain keuntungan, sistem jaringan terpisah juga memiliki kerugian, yaitu harus membuat dua sistem saluran sehingga memerlukan tempat yang luas dan biaya yang cukup besar.

## 2) Sistem jaringan tercampur (pseudo separate sistem)

Air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama. Saluran ini harus tertutup, pemilihan sistem ini didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain:

- a. Debit masing-masing buanga relatife kecil sehingga dapat disatukan.
- b. Kualitas air buangan dan air hujan tidak jauh beebeda.
- c. Fluktuasi curah hujan dari tahun ke tahun relatife kecil.

Sistem jaringan terpisah memiliki beberapa keuntungan, diantaranya yaitu:

- a. Hanya diperlukan satu sistem penyalur sehingga dalam pemilihannya lebih ekonomis.

- b. Terjadi pengeceran air buangan oleh air hujan sehingga konsentrasi air buang menurun

Selain keuntungan, sistem jaringan tercampur juga memiliki kerugian, yaitu diperlukan area yang luas untuk menepati instalasi tambahan untuk penanggulangan disaat saat tertentu.

### 3) Sistem kombinasi (combined sistem)

Sistem kombinasi merupakan perpaduan antara saluran air buang dan saluran air hujan dimana padaa waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan. Sedangkan air huajan berfungsi sebai pengecer dan pengelontor. Kedua saluran ini bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpipaan interseptor.

Beberapa faktor yang dapat digunakan dalam menentukan pemilihan sistem adalah:

- a. Perbedaan yang besar antara kualitas air buangan yang akan disalurkan melalui jaringan penyalur air buangan dalam kualitas curah hujan pada daerah pelayanan.
- b. Umumnya didalam kota dilalui sungai-sungai dimana air hujan secepatna dibuang kedalam sungai-sungai tersebut.
- c. Periode musim kemarau dan musim hujan yang lama dan fluktuasi air hujan yang tidak tetap.

Berdasarkan pertimbangan pertimbangan diatas, maka secara teknis dan ekonomis sistem yang akan memungkinkan untuk diterapkan adalah sistem terpisah antara air buangan rumah tangga denga air buangan yang berasal dari

air hujan. Jadi air buangan yang akan diolah dalam bangunan pengolahan air buangan hanya berasal dari aktivitas penduduk dan industri.

#### **D. Fungsi Drainase**

Fungsi drainase adalah sebagai berikut:

1. Membebaskan satu wilayah (terutama yang padat pemukiman) dari genangan air, erosi dan banjir
2. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria dan penyakit lainnya.
3. Kegunaan tanah pemukiman padat akan terjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.
4. Dengan sistem yang baik taat guna lahan padat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan-bangunan lainnya.

Pelaksanaan pembangunan dan pemeliharaan sistem drainase di wilayah kota yang sudah padat sering kali mengalami berbagai kendala antara lain:

1. Kurangnya lahan untuk pengembangan sistem drainase.
2. Kesulitan teknis sering timbul pada pemeliharaan saluran karena bagian atas sudah ditutup oleh bangunan sehingga pada waktu pengerukan tidak bisa dinormalisir seluruh sistem yang ada.
3. Sampa terutama sampah domestik banyak menumpuk di saluran sehingga mengakibatkan pengurangan kapasitas dan penyumbatan saluran. 10
4. Drainase masih dipandang sebagai proyek yang menyulitkan keterlibatan aktif masyarakat karena drainase sering dipandang tempat kumuh dan berbau.

5. Sistem drainase sering tidak berfungsi optimal akibat adanya pembangunan infrastruktur lainnya yang tidak terpadu dan tidak melihat keberadaan sistem drainase seperti jalan, kabel Telkom dan pipa PDAM.
6. Secara estetika, drainase tidak merupakan infrastruktur yang bisa dilihat keindahannya karena fungsinya sebagai pembuangan air dari semua sumber.

#### **E. Jenis Drainase**

Drainase terdiri dari beberapa jenis, antara lain:

##### 1) Menurut Bentuknya

###### a. Drainase Alamiah

Drainase alamiah adalah drainase yang terbentuk secara alamiah dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu / beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

###### b. Drainase Buatan

Drainase buatan adalah drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan berdasarkan kebutuhan tertentu dan secara fisik berupa saluran pasangan batu / beton, gorong-gorong, pipa dan sebagainya.

##### 2) Menurut Letak Bangunan

###### a. Drainase Permukaan Tanah

Merupakan drainase yang berada di permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan.

###### b. Drainase Bawah Permukaan Tanah

Merupakan saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah dikarenakan alasan-alasan tertentu. Drainase seperti ini mengakomodir dari tuntutan artistik, tuntutan permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran permukaan tanah seperti di lapangan bola dan lain-lain.

3) Menurut Fungsi

a. Fungsi Tunggal

Merupakan saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan satu jenis air buangan. Misalnya jenis air buangan seperti limbah industri dan lain-lain.

b. Multifungsi

Merupakan saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan beberapa jenis air buangan, baik bercampur ataupun terpisah.

4) Menurut Konstruksi

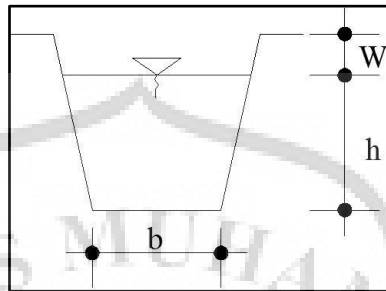
a. Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai areal cukup luas ataupun untuk drainase non hujan yang tidak membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan.

Ada beberapa bentuk saluran terbuka, antara lain:

1) Bentuk Trapesium

Umumnya digunakan pada daerah yang masih mempunyai lahan cukup luas, dan harga lahan murah, umumnya digunakan untuk saluran yang relatif besar.

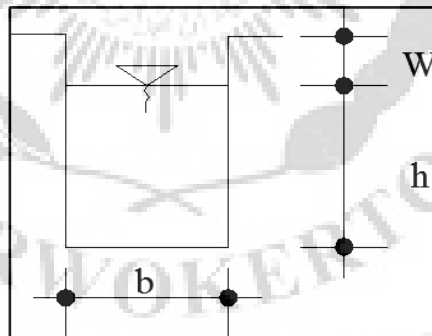


Gambar 2. 1 Pemampang Trapesium

Sumber: Suripin, 2004

## 2) Bentuk Segi Empat

Umumnya digunakan pada daerah yang lahannya tidak terlalu lebar dan harga lahannya mahal. Umumnya digunakan untuk saluran yang relatif besar dan sedang.

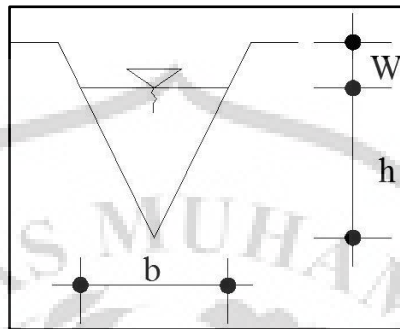


Gambar 2. 2 Penampang persegi

Sumber : Suripin, 2004

### 3) Bentuk Segi Tiga

Umumnya digunakan pada saluran di lingkungan permukiman berupa saluran tersier.



Gambar 2. 3 Penampang segitiga

Sumber: Suripin, 2004

#### b. Saluran Tertutup

Yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor ( air yang mengganggu kesehatan dan lingkungan ) yang biasanya di kawasan padat pemukiman.

### F. Analisa Daerah Drainase

Akibat perkembangan dan penambahan penduduk yang semakin pesat, maka kebutuhan pemukiman dan air serta pemakaian lahan akan meningkat. Hal ini akan merubah hidrologi yang telah ada sebelumnya dan menjadi dasar dalam perencanaan drainase. Maksud adanya drainase kota adalah mengusahakan agar dapat berkurangnya atau hilangnya genangan-genangan air akibat adanya hujan.

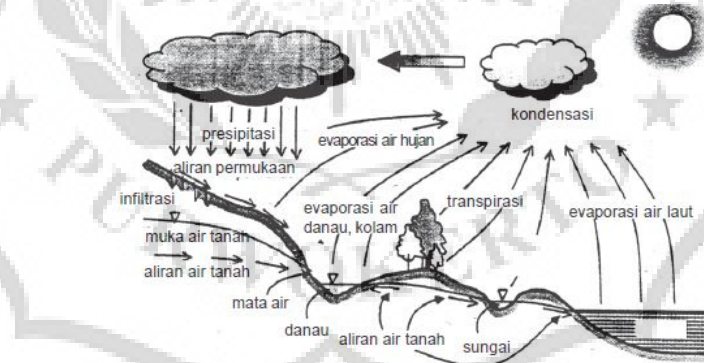
## G. Analisa Hidrologi

### 1. Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008).

### 2. Siklus Hidrologi

Menurut (Triatmodjo, 2008), siklus hidrologi merupakan air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait dan perlu diperhatikan dalam merencanakan bangunan air, yaitu proses hujan (presipitasi), penguapan (evaporasi), infiltrasi, impasan permukaan (*surface runoff*) dan limpasan air tanah (*subsurface runoff*).



Gambar 2. 4 Siklus Hidrologi

Sumber: Suripin, 2004

## H. Analisa Curah Hujan

Dalam menghitung hujan rata rata kawasan digunakan 3 cara yaitu metode rata rata aljabar, metode thiessen dan metode isohyet. Maka yang digunakan untuk menghitung hujan rata rata kawasan adalah dengan metode aljabar, sesuai dengan

cara pemilihan metode diatas, DAS Gung termasuk kategori DAS kecil (<500 km<sup>2</sup>) yaitu seluas 155,6 km<sup>2</sup>. Hujan rata rata dapat dihitung sebagai berikut

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (2.1)$$

R = Curah hujan rata-rata (mm)

n = Jumlah stasiun pengukuran hujan

R<sub>1</sub>...R<sub>n</sub> = Besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun

## I. Analisa Frekuensi

### 1. Parameter Statistik

Analisis statistik dalam penelitian ini melibatkan penggunaan beberapa persamaan matematika untuk menghitung dan menganalisis parameter-parameter statistik. Adapun rumus yang digunakan dalam analisis statistik ini adalah sebagai berikut:

#### a. Nilai Rata-Rata (*Mean*)

$$\text{Hujan rata rata } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

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

X<sub>i</sub> = nilai variasi ke-i

n = jumlah data

#### b. Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

Sd = standar deviasi

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

X<sub>i</sub> = nilai variasi ke-i

n = jumlah data

c. Koefisien *Skewness* (*Coefficient of Skewness*)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S_d^3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

Cs = koefisien *skewness*

Sd = standar deviasi

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

Xi = nilai variasi ke-i

n = jumlah data

d. Koefisien *Kurtosis* (*Coefficient of Kurtosis*)

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Ck = koefisien *kurtosis*

Sd = standar deviasi

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

Xi = nilai variasi ke-i

n s ☆ = jumlah data

e. Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

Cv = koefisien variasi

Sd = standar deviasi

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

## 2. Kriteria Pemilihan Distribusi

Untuk memilih metode analisis distribusi frekuensi hujan yang tepat, beberapa syarat pemilihan distribusi frekuensi harus dipertimbangkan.

Tabel 2. 1 Syarat Pemilihan Distribusi Frekuensi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
4	Log Person Tipe III	Selain dari nilai diatas (tidak ada syarat)

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008)

a. Distribusi Normal

Metode ini berdasarkan pada asumsi bahwa sebaran hujan mengikuti distribusi normal atau kurva normal, yang juga dikenal sebagai distribusi *Gauss*. Perhitungan metode distribusi ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R_{24} = \bar{X} + (k \times Sd) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum rencana (mm)

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

$Sd$  = standar deviasi

$k$  = faktor frekuensi (Tabel 2.2)

Tabel 2. 2 Variabel Reduksi Gauss

No	Periode	k
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0,00
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84
15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	25,000	1,75
18	50,000	2,05
19	100,000	2,33
20	200,000	2,58
21	500,000	2,88
22	1000,000	3,09

(Sumber: Suripin, 2004)

b. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yang diperoleh dengan mengubah variabel X menjadi logaritma varian (X). Rumus yang digunakan dalam perhitungan metode ini adalah:

$$R_{24} = \text{Log } \bar{X} + (k \times \text{Sd}_{\text{Log } \bar{X}}) \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum rencana (mm)

$\text{Sd}_{\text{Log } \bar{X}}$  = standar deviasi

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

k = faktor frekuensi (lihat di Tabel 2. 2)

c. Distribusi Gumbel

Metode *Gumbel* adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data yang memiliki variasi besar. Persamaan matematika metode ini adalah:

$$R_{24} = \bar{X} + (k \times Sd) \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum rencana (mm)

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

$Sd$  = standar deviasi

$k$  = faktor frekuensi

Nilai  $k$  didapat dari perhitungan:

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

$Y_t$  = nilai reduksi variasi (lihat di Tabel 2. 3)

$Y_n$  = nilai reduksi rata-rata (lihat di Tabel 2. 4)

$S_n$  = nilai reduksi deviasi (lihat di Tabel 2. 5)

Tabel 2. 3 Variasi Reduksi Metode Gumbel

<b>Periode Ulang (Tahun)</b>	<b>Reduced Variate</b>
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 2. 4 Angka reduksi rata-rata (Yn)

<b>m</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
10	0.4952	0.4996	0.5095	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5201	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	0.5402	0.5410	0.5414	0.5442	0.5430
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	0.5502	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5530	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5357	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5569	0.5598	0.5599
100	0.5600									

Sumber : (Shirley L Hendarsin Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

Tabel 2. 5 Angka Reduksi Standar Deviasi (Sn)

m	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	1.1411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1353	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	1.2013	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.1060
100	1.1065									

Sumber : (Shirley L Hendarsin Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

d. Distribusi *Log Person III*

Metode *Log Pearson III* adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data yang memiliki variasi besar dan tidak simetris.

Persamaan matematika metode ini adalah:

$$R_{24} = 10^{\text{Log } Y} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Log } Y = \text{Log } \bar{X} + (k \times \text{Sd}_{\text{Log } \bar{X}})$$

$$k = G \times \text{Sd}_{\text{Log } \bar{X}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum rencana (mm)

$\text{Sd}_{\text{Log } \bar{X}}$  = standar deviasi

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

k = faktor frekuensi

G = harga G periode ulang terhadap Cs (lihat di Tabel 2. 6)

Tabel 2. 6 Tabel Harga G Untuk Distribusi Log Pearson III

Cs	Periode Ulang (Tahun)						
	2	5	10	20	25	50	100
	Peluang (%)						
	50	20	10	5	4	2	1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,0950	2,278	3,152	4,051
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,0933	2,262	3,048	3,845
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,0807	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,0662	2,219	2,912	3,605
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,0472	2,193	2,848	3,499
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,0240	2,163	2,780	3,388
1,4	-0,225	0,705	1,337	1,9962	2,128	2,706	3,271
1,2	-0,195	0,732	1,340	1,9625	2,087	2,626	3,149
1,0	-0,164	0,758	1,340	1,9258	2,043	2,542	3,022
0,9	-0,148	0,769	1,339	1,9048	2,018	2,498	2,957
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,8877	2,998	2,453	2,891
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,8613	2,967	2,407	2,824
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,8372	2,939	2,359	2,755
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,8122	2,910	2,311	2,686
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,7862	2,880	2,261	2,615
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,7590	2,849	2,211	2,544
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,7318	2,818	2,159	2,472
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,7028	2,785	2,107	2,400
0,0	0,000	0,842	1,282	1,6728	2,751	2,054	2,326
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,6417	2,761	2,000	2,252
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,6097	1,680	1,945	2,178
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,5767	1,643	1,890	2,104
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,5435	1,606	1,834	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,5085	1,567	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,4733	1,528	1,720	1,880
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,4372	1,488	1,663	1,806
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,4010	1,488	1,606	1,733
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,3637	1,407	1,549	1,660
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,3263	1,366	1,492	1,588
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,2493	1,282	1,379	1,449
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,1718	1,198	1,270	1,318
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,0957	1,116	1,166	1,200
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,0200	0,035	1,069	1,089

Cs	Periode Ulang (Tahun)						
	2	5	10	20	25	50	100
	Peluang (%)						
	50	20	10	5	4	2	1
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,9483	0,959	0,980	0,990
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,8807	0,888	0,900	0,905
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,7893	0,793	0,798	0,799
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,6650	0,666	0,666	0,667

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008)

### 3. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi frekuensi adalah suatu prosedur statistik yang digunakan untuk menentukan apakah data yang diperoleh sesuai dengan distribusi teoritis tertentu. Terdapat dua metode yang umum digunakan dalam uji kesesuaian distribusi frekuensi, yaitu:

#### a. Metode Uji *Chi Kuadrat*

Metode ini digunakan untuk memvalidasi distribusi data curah hujan dengan langkah-langkah perhitungan berikut:

- 1) Mengurutkan data pengamatan dari besar ke kecil.
- 2) Carilah jumlah kelas (K) dengan rumus:

$$K = 1 + 3,322 \log n \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

K = jumlah kelas

n = jumlah data

- 3) Menghitung Derajat Kebebasan (DK) dan  $X^2Cr$

Rumus:

$$DK = K - (P + 1) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$P = \frac{n}{K} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

DK = derajat kebebasan

P = banyaknya parameter

Banyaknya parameter untuk menghitung nilai  $X^2_{Cr}$  bisa dilihat dari Tabel 2. 7 yaitu tabel nilai kritis derajat nyata untuk derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) tertentu yang sering diambil besarnya 5% dengan parameter derajat kebebasan.

Tabel 2. 7 Tabel Nilai Kritis Derajat Kepercayaan Uji Chi-Square

DK	Derajat Kepercayaan ( $\alpha$ )							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,00016	0,00098	0,0039	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	10,6
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,35	12,84
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,14	13,28	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,83	15,09	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,59	14,45	16,81	18,55
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,07	16,01	18,48	20,28
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,51	17,54	20,09	21,96
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,92	19,02	21,67	23,59
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,31	20,48	23,21	25,19
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,68	21,92	24,73	26,76
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,03	23,34	26,22	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,36	24,74	27,69	29,82
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,69	26,12	29,14	31,32
15	4,601	5,229	6,262	7,261	25	27,49	30,58	32,8
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,3	28,85	32	34,27

DK	Derajat Kepercayaan ( $\alpha$ )							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,59	30,19	33,41	35,72
18	6,265	7,015	8,231	9,39	28,87	31,53	34,81	37,16
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,14	32,85	36,19	38,58
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,41	34,17	37,57	40
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,67	35,48	38,93	41,4
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,92	36,78	40,29	42,8
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,17	38,08	41,68	44,18
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,42	39,36	42,98	45,56
25	10,52	11,524	13,12	14,611	37,65	40,65	44,31	46,93
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,89	41,92	45,64	48,29
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,11	43,19	46,96	49,65
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,34	44,46	48,28	50,99
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,56	45,72	49,59	52,34
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,77	46,98	50,89	53,67

(Sumber: (Suripin, 2004))

4) Menghitung Nilai  $X^2$

Lalu menghitung harga  $X^2$  dari derajat kebebasan dan taraf signifikansi dengan terlebih dahulu mencari nilai yang diharapkan ( $E_i$ ).

Rumus:

$$X^2 = \sum \frac{(E_i - O_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$E_i = \frac{n}{k} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana:

$O_i$  = jumlah nilai yang diamati

$E_i$  = nilai yang diharapkan

5) Rekapitulasi Nilai  $X^2$  dan  $X^2Cr$

Lalu lihat hasil komparasi antara nilai  $X^2Cr$  hasil tabel dengan  $X^2$  hasil hitungan syarat  $X^2 < X^2Cr$

b. Metode Uji *smirnov-Kolmogorov*

Metode pengujian ini bertujuan untuk melihat hasil komparasi atau selisih maksimum antara hasil garis teoritis dengan area data pada kertas probabilitas. Adapun urutannya adalah sebagai berikut:

- a. Langkah pertama lakukan pengurutan data bisa dari besar ke kecil atau sebaliknya dan kemudian carilah besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
- b. Langkah berikutnya yaitu pengurutan nilai dari tiap-tiap peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).
- c. Kemudian berdasarkan hasil kedua nilai peluang tersebut, maka carilah selisih tersebarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.  
$$DP \text{ maksimum} = (P(X_i) - P'(X_i)) \dots\dots\dots (2.18)$$
- d. Menghitung nilai DP kritis dari Tabel 2. 8 yaitu tabel nilai kritis derajat nyata untuk derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) tertentu yang sering diambil besarnya 5% dengan parameter jumlah data (n).
- e. Lalu lihat hasil komparasi antara nilai DP kritis hasil tabel dengan DP hasil hitungan syarat  $DP < DP \text{ kritis}$ .

Tabel 2. 8 Tabel Nilai Kritis Derajat Kepercayaan Uji Smirnov-Kolmogorof

n	Derajat Kepercayaan ( $\alpha$ )				
	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352
21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330
24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252
45	0,156	0,179	0,198	0,222	0,238
50	0,148	0,170	0,188	0,211	0,226
55	0,142	0,162	0,180	0,201	0,216
60	0,136	0,155	0,172	0,193	0,207
65	0,131	0,149	0,166	0,185	0,199
70	0,126	0,144	0,160	0,179	0,192

n	Derajat Kepercayaan ( $\alpha$ )				
	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
75	0,122	0,139	0,154	0,173	0,185
80	0,118	0,135	0,150	0,167	0,179
85	0,114	0,131	0,145	0,162	0,174
90	0,111	0,127	0,141	0,158	0,169
95	0,108	0,124	0,137	0,154	0,165
100	0,106	0,121	0,134	0,150	0,161

(Sumber:(Soewarno, 1995))

#### 4. Intensitas Curah Hujan

Metode Intensitas hujan merupakan jumlah hujan yang dinyatakan dalam volume hujan/tinggi hujan tiap satuan waktu dan besarnya intensitas hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadian. (Wesli, 2008b).

Rumus dalam mengestimasi intensitas hujan yaitu:

Kecepatan Aliran (v)

Rumus:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R<sub>24</sub> = curah hujan maksimum harian 24 jam (mm)

t = waktu konsentrasi (jam)

#### 5. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik control yang ditentukan pada bagian hilir suatu saluran. (Wesli, 2008b).

Dalam drainase perkotaan, waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir melalui permukaan tanah dari lokasi terjauh ke

saluran terdekat (*inlet time*), serta waktu yang dibutuhkan air dalam saluran unruk untuk mencapai lokasi pengukuran (*condult time*). (Wesli, 2008b)

Waktu konsentrasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$t_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots(2.20)$$

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times l_0 \times \frac{nd}{\sqrt{i_s}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$t_2 = \frac{L}{60.V} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana:

- $t_c$  = Waktu Konsentrasi (menit)
- $t_1$  = Waktu *in-let* (menit)
- $t_2$  = Waktu aliran dalam saluran / *condult* (menit)
- $L$  = Panjang saluran drainase (m)
- $l_0$  = Jarak titik terjauh ke saluran drainase (m)
- $i_s$  = Koefisien kemiringan saluran (tabel 2.9)
- $V$  = Kecepatan air rata-rata pada saluran (m/det) (tabel 2.10)
- $n$  = Koefisien hambatan (tabel 2.11)

Tabel 2. 9 Koefisien kemiringan saluran

No	Jenis Material	Kemiringan Saluran ( $i_s$ %)
1	Tanah asli	0 - 5
2	Kerikil	5 - 7,5
3	Pasangan	7,5

(Sumber:(M.Eng. et al., 2006)

Tabel 2. 10 Kecepatan aliran air yang diijinkan berdasarkan material

No	Jenis Bahan	Kecepatan Aliran (m/detik)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,50
3	Lanau aluvial	0,60
4	Keirikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	1,10
6	Lempung padat	1,20
7	Kerikil kasar	1,50
8	Batu-batu besar	1,50
9	Pasangan batu	1,50
10	Beton	1,50
11	Beton bertulang	1,50

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

Tabel 2. 11 Koefisien hambatan berdasarkan kondisi permukaan

No	Kondisi Lapis Permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dgn rumput tipis & gundul dgn permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

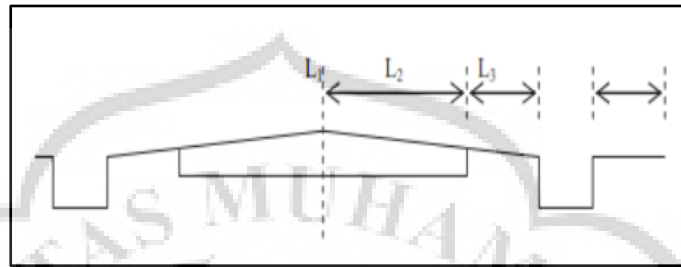
(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

## 6. Koefisien Limpasan

Limpasan terjadi ketika jumlah hujan yang jatuh di sebuah DAS melebihi kapasitas infiltrasi. Setelah laju infiltrasi tanah cukup tinggi, air akan mengisi cekungan dan kemudian mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah. Laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah, dan intensitas

hujan adalah faktor utama yang mempengaruhi besarnya limpasan (Suripin, 2004)

Berdasarkan pedoman perencanaan drainase pada tahun 2006, luas daerah pengaliran, yang bergantung pada daerah pembebasan dan daerah sekitarnya, ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 2. 5 Daerah Pengaliran

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2006

Keterangan:

L = batas daerah pengaliran (L1+L2+L3)

L1 = ditetapkan dari as jalan sampai tepi perkerasan

L2 = ditetapkan dari tepi perkerasan sampai tepi bahu

L3 = tergantung dari keadaan setempat

Berikut rumus untuk menghitung koefisien limpasan.

$$C = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + C_3 \times A_3 \times f_k}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan:

C = Koefisien limpasan

A<sub>1</sub> , A<sub>2</sub> , A<sub>3</sub> = Luas daerah pengaliran (ha)

C<sub>1</sub> , C<sub>2</sub> , C<sub>3</sub> = Koefisien pengaliran sesuai dengan tipe kondisi permukaan

Fk = Faktor limpasan sesuai guna lahan

Tabel 2. 12 Koefisien aliran permukaan (Nd)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran	Faktor limpasan
Bahan			
1	Jalan beton & aspal	0,70 - 0,90	
2	Jalan kerikil & tanah	0,40 - 0,70	
Bahan			

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran	Faktor limpasan
3	Bahu jalan:		
	Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65	
	Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20	
	Batuan masif keras	0,70 - 0,85	
	Batuan masif lunak	0,60 - 0,75	
Tata Guna Lahan			
4	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95	2,0
5	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70	1,5
6	Daerah industri	0,60 - 0,90	1,2
7	Permukiman padat	0,40 - 0,60	2,0

(Sumber: (M.Eng. et al., 2006)

## 7. Metode Rasional

Metode rasional merupakan metode yang dibuat secara empiris untuk dapat menjelaskan hubungan antara hujan dengan limpasannya, serta digunakan untuk menentukan debit puncak banjir berdasarkan curah hujan. (Wesli, 2008b).

Rumus sebagai berikut:

$$Q = F \times C \times I \times A \text{ atau } 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana:

Q = Debit maksimum rencana (m<sup>3</sup>/det)

A = Luas daerah aliran (km<sup>2</sup>)

C = Koefisien aliran (mm/jam)

F = Koefisien satuan luas dengan notasi 0,278

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

## J. Analisa Hidrolika

### 1. Perhitungan Kecepatan Aliran Drainase

Penentuan kecepatan aliran air di dalam drainase yang direncanakan didasarkan pada kecepatan maksimum yang diizinkan. Sesuai bentuk dan jenis konstruksi drainase yang direncanakan, pemilihan jenis material untuk drainase umumnya ditentukan oleh

besarnya kecepatan rencana kecepatan aliran air yang akan melewati drainase. Sesuai bentuk dan jenis konstruksi drainase yang direncanakan, pemilihan jenis material untuk drainase umumnya ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana kecepatan aliran air yang akan melewati drainase.

Rumus:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i_s^{1/2} \text{ (m/det)} \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran air (m/det)

n = Koefisien kekasaran manning (tabel )

R= Jari-jari hidrolis (m)

i<sub>s</sub> = Koefisien kemiringan saluran memanjang (tabel )

Tabel 2. 13 Nilai kekasaran koefisien manning

Jenis Permukaan /Bahan	<i>n</i>
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortal	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

(Sumber:(I. made Kamiana, 2011)

## 2. Debit aliran

Jumlah air yang mengalir dalam suatu tempat tiap satuan waktu disebut debit aliran. Fungsi debit aliran adalah untuk mengetahui banyaknya air yang mengalir pada suatu saluran dan seberapa cepat air mengalir dalam satu detik. Dapat dirumuskan sebagai berikut.

Rumus:

$$Q_s = A \times V \leq Q \dots\dots\dots(2.26)$$

Keterangan:

$Q_s$  = Debit ( $m^3/det$ )

$A$  = Luas penampang ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan Aliran ( $m/det$ )

