

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan, dan dari buku-buku atau artikel-artikel yang ditulis para peneliti sebagai berikut

Lessy Maretha 1), Rinaldi 2), Mudjiatko 3), (2015) (Universitas Riau , 2015) dalam penelitiannya, "*Analisis Kapasitas Drainase Jalan Btn Lago Permai Kota Pangkalan Kerinci Kabupaten Pelalawa*". Sebagai dampak dari sistem drainase yang tidak memadai, sering terjadi banjir genangan pada Jalan BTN Lago Permai Kota Pangkalan Kerinci. Berdasarkan observasi lapangan, saluran drainase yang ada saat ini tidak bisa menampung dan mengalirkan kelebihan air pada saat terjadi hujan dengan intensitas berkisar antara 18 – 60 mm/jam yang termasuk ke dalam derajat hujan deras (suripin, 2004). Banjir genangan ini terjadi karena kapasitas saluran drainase tidak mampu menampung laju air sehingga meluap dari saluran drainase. Banjir genangan menyebabkan aktivitas masyarakat menjadi terhambat dan terganggunya arus lalu lintas di Jalan BTN Lago Permai. Permasalahan Banjir genangan juga mengakibatkan kerugian secara material apabila tidak segera diatasi, Oleh karena itu diperlukan suatu kajian sistem drainase untuk mengurangi banjir genangan di daerah jalan BTN Lago permai. Curah hujan harian rencana (R24) untuk kala ulang 5 tahun pada daerah studi adalah 86,675 mm. Diketahui

waktu konsentrasi aliran terlama adalah 1,641 jam Panjang lintasan aliran tersebut adalah 2053,79m. Saluran drainase dengan modifikasi b sebesar 17,48 %, modifikasi b dan h sebesar 35, 92 %, saluran drainase yang tidak mengalami modifikasi b dan h sebesar 44,66 %. Terdapat Saluran drainase rencana yang baru 1,94 % 4. Kolam penampung direncanakan dengan memodifikasi lebar saluran existing menjadi berukuran 5m x 2m x 230m dengan kapasitas tampungan 2300 m³serta pompa yang digunakan berkapasitas 5 m³/detik

Nanda Prayoga (2013) dalam jurnalnya berjudul, “*Analisa Desain Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Yos. Sudarso Kota Lubuklinggau*”, Artikel ini yang bertujuan untuk memberikan alternatif penanganan terhadap permasalahan drainase dan meminimalisasi limpasan air di saluran drainase jalan YOS SUDARSO Kota Lubuklinggau, Hal ini sangat dibutuhkan dalam menganalisis sistem jaringan drainase pada jalan Yos. Sudarso Kota Lubuklinggau adalah perhitungan curah hujan sehingga dapat dihitung debit limpasan air hujan, dan perhitungan saluran yang ada pada jalan Yos. Sudarso. Analisa debit rencana untuk saluran eksisting di jalan Yos. Sudarso Kota Lubuklinggau untuk periode ulang masing-masing 10 tahun, 15 tahun, 20 tahun dan 25 tahun adalah sebagai berikut : 1) T = 10 Tahun; Rt = 0,259 m³ /detik. 2) T = 15 Tahun; Rt = 0,270 m³ /detik. 3) T = 20 Tahun; Rt = 0,277 m³ /detik. 4) T = 25 Tahun; Rt = 0,282 m³ /detik.

Ismawan Dewansyah (2018) dalam jurnalnya berjudul “*Analisis Dan Perencanaan Sistem Drainase Di Jl. Raden Gunawan 2 Kecamatan Rajabasa*

Kota Bandar Lampung”, mengungkapkan bahwa terjadinya banjir di Jl. Raden Gunawan 2 Kecamatan Rajabasa Kota Bandar Lampung disebabkan oleh ketidakmampuan saluran drainase eksisting menampung debit limpasan langsung serta penyumbatan saluran drainase oleh sampah. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan maksimum dalam waktu 10 tahun terakhir, kemudian dilakukan perhitungan parameter yang bertujuan untuk menghitung debit rencana menggunakan metode rasional. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar 0,77308 km² dan koefisien pengaliran sebesar 0,5132. Analisis hidrolika dilakukan untuk menghitung kapasitas debit saluran drainase menggunakan rumus kontinuitas serta rumus Manning, setelah itu direncanakan sistem serta dimensi yang sesuai. Berdasarkan hasil penelitian, distribusi hujan yang cocok adalah Distribusi Log Pearson III dan diperoleh nilai curah hujan rencana untuk kala ulang 5 tahun sebesar 109,016 mm dengan debit terbesar pada ruas gabungan antara saluran primer dan daerah Kemiling sebesar 2,8336 m³ /detik. Kemudian didapatkan tinggi banjir pada wilayah penelitian setinggi 10-30 cm, karena dimensi eksisting tidak mampu menampung debit yang ada. Selanjutnya, direncanakan dimensi saluran yang sesuai menggunakan penampang berbentuk U-Ditch dengan ukuran U100/100, U150/150, U150/250 dan U250/250. Sehingga didapatkan debit rencana (Q_r) > debit saluran (Q_s).

David R. Montgomery (vol.30, no.v6, pages1925-1932, June 1994) dalam jurnalnya berjudul “*Road surface drainage, channel initiation, and slope instability*”, Studi ini memiliki implikasi penting untuk menilai desain jalan

saat ini. Jalan Ridgetop saat ini direkomendasikan sebagai sarana untuk menghindari baik koneksi jalan langsung ke saluran dan konstruksi tanggul muatan yang tidak stabil di seluruh saluran rendah (misalnya, Furniss et al., 1991).

M Escarameia, Y Gasowski, RWPMay, A Lo Cascio (2001) dalam jurnalnya berjudul “Hydraulic Capacity of Drainage Channels with Lateral Inflow” Laporan ini menjelaskan penelitian yang dilakukan oleh HR W allingford dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan data tentang aliran dan kapasitas pembersihan saluran drainase yang tersedia di Inggris.
2. Untuk mengembangkan metode numerik umum untuk memprediksi kapasitas hidrolik saluran.
3. Untuk membuat rekomendasi tentang bagaimana hasil harus dimasukkan Ddalam Standar Inggris atau Eropa yang relevan.

B. Pengertian Drainase

Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Dalam bahasa Indonesia, drainase bisa merujuk pada parit di permukaan tanah atau gorong – gorong dibawah tanah. Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir.

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai

serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Suripin, 2004).

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai melintas di dalam kota.

C. Sistem Jaringan Drainase

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

1. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase mayor 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 ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5

sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail 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 di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar

Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

D. Jenis – Jenis Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Menurut sejarah terbentuknya

a. Drainase alamiah (*Natural Drainage*).

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.

b. Drainase buatan (*Artificial Drainage*).

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

2. Menurut letak saluran

a. Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*).

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa open channel flow.

b. Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*).

Drainase bawah tanah adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

3. Menurut letak konstruksi

a. Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di

dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (*masonry*) ataupun dengan pasangan bata.

b. Saluran Tertutup

Saluran tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.

4. Menurut fungsi

a. *Single Purpose*

Single purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.

b. *Multy Purpose*

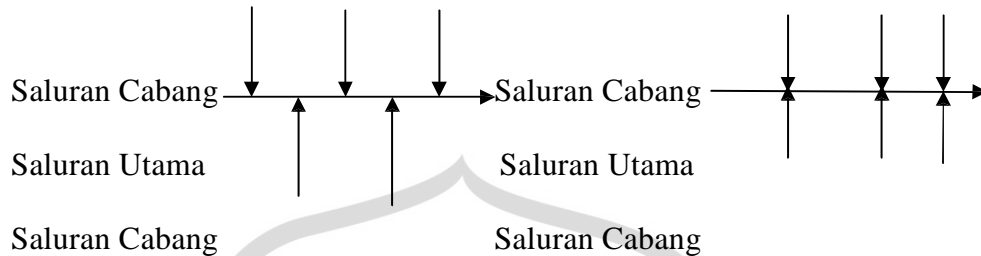
Multy purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian. (H.A Halim Hasmar.2011)

E. Pola Jaringan Drainase

Dalam perencanaan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan drainase pada suatu kawasan atau wilayah tergantung dari topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase sebagai berikut.

1. Jaringan Drainase Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.1. Pola Jaringan Drainase Siku

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

2. Jaringan Drainase Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan menyesuaikan.

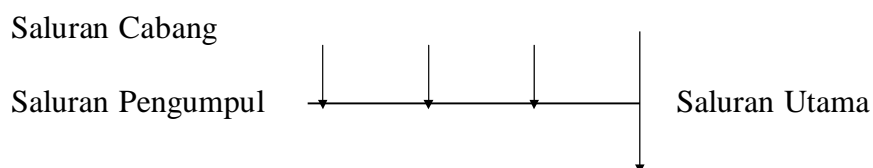


Gambar 2.2. Pola Jaringan Drainase Paralel

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

3. Jaringan Drainase Grid Iron

Untuk daerah dimana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.

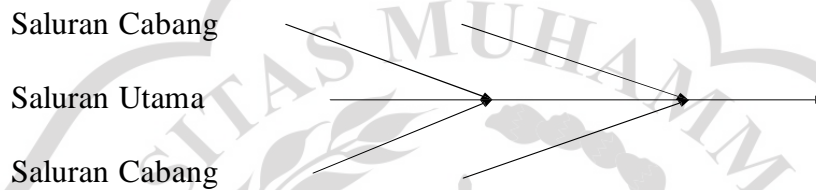


Gambar 2.3. Pola Jaringan Drainase Grid Iron

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

4. Jaringan Drainase Alamiah

Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.4. Pola Jaringan Drainase Alamiah

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

5. Jaringan Drainase Radial

Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.

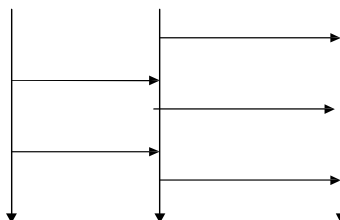


Gambar 2.5. Pola Jaringan Drainase Radial

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

6. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2.6. Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

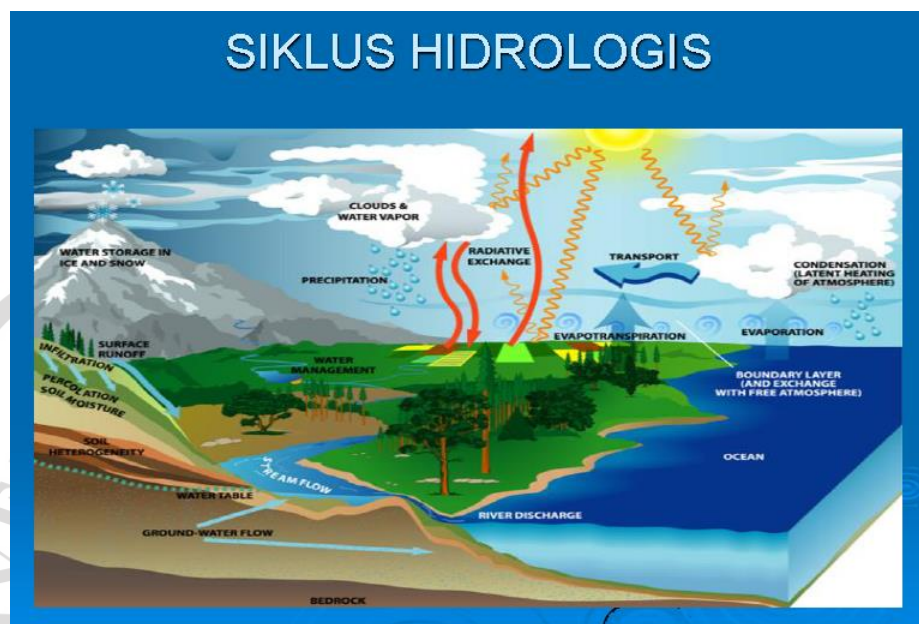
- a. Saluran cabang adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dialirkan ke saluran utama.
- b. Saluran Utama adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilaluinya.

F. Siklus hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, presipitasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*out flow*). Penguapan terdiri dari evaporasi dan transpirasi. Uap yang dihasilkan mengalami kondensasi dan dipadatkan membentuk awan yang nantinya kembali menjadi air dan turun sebagai presipitasi. Sebelum tiba di permukaan bumi presipitasi tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dan sebagian mencapai permukaan tanah.

Air yang sampai ke permukaan tanah sebagian akan berinfiltrasi dan sebagian lagi mengisi cekungan-cekungan di permukaan tanah kemudian mengalir ke tempat yang lebih rendah (*run off*), masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Dalam perjalanannya, sebagian air akan mengalami penguapan. Air yang masuk ke dalam tanah sebagian akan keluar lagi menuju sungai yang disebut dengan aliran antara (*interflow*), sebagian

akan turun dan masuk ke dalam air tanah yang sedikit demi sedikit dan masuk ke dalam sungai sebagai aliran bawah tanah (*ground water flow*). Gambar proses siklus hidrologi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi

(Sumber: <https://www.google.com/search?q=siklus+hidrologi&safe>)

Secara gravitasi (alami) air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah lebih rendah, sampai ke daerah pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju ke sistem jaringan sungai, sistem danau ataupun waduk.

Sebagian air hujan yang jatuh di permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan (*surface run off*). Aliran permukaan sebagian akan meresap ke dalam tanah menjadi aliran bawah permukaan melalui proses

infiltrasi (*infiltration*), dan perkolasi (*percolation*), selebihnya terkumpul di dalam jaringan alur sungai (*river flow*). Apabila kondisi tanah memungkinkan sebagian air infiltrasi akan mengalir kembali ke dalam sungai (*river*), atau genangan lainnya seperti waduk, danau sebagai *interflow*. Sebagian dari air dalam tanah dapat muncul lagi ke permukaan tanah sebagai air eksfiltrasi (*exfiltration*) dan dapat terkumpul lagi dalam alur sungai atau langsung menuju ke laut/lautan (Soewarno, 2000).

1. Analisa Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakaran hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terdapat tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakaran hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut.

2. Debit Rencana

Saluran drainase yang ada di perjotaan dapat di hitung menggunakan perhitungan debit rencana dengan metode rumus rasional ataupun rumus hidrograf satuan. (Suripin, 2004:240)

Tabel 2.1 Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit hujan
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
>500	10 – 25	Hidrograf satuan

Sumber: Suripin, 2004

G. Analisa Hidrolika

Dalam perencanaan drainase diperlukan metode yang tepat. Ketidaksesuaian penggunaan metode dapat mengakibatkan hasil perhitungan yang tidak tepat digunakan dalam kondisi sebenarnya. Analisis hidrologi merupakan faktor yang paling berpengaruh untuk merencanakan besarnya sarana penampungan dan pengaliran. Hal ini diperlukan untuk dapat mengatasi aliran permukaan yang terjadi agar tidak mengakibatkan terjadinya genangan. Beberapa aspek yang perlu ditinjau antara lain :

1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan adalah data curah hujan harian yang tercatat pada stasiun hujan terdekat dan berpengaruh terhadap aliran air pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bersangkutan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) sendiri merupakan wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung, bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti jalan atau tanggul, dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberikan kontribusi aliran ketitik pelepasan (*outlet*) (Suripin, 2004).

2. Analisis Frekuensi Data Hidrologi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa ekstrim dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak tergantung dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik (Suripin, 2004).

a. Parameter Statik

Parameter statistik data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah sebagai berikut (suripin, 2004).

1) Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

2) Standar Deviasi (*Standard Deviation*):

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

3) Koefisien Kemencengan (*Skewness*):

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.3)$$

4) Koefisien Kurtosis (*Curtosis*):

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2.4)$$

5) Koefisien Variasi (*Variation*):

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2.5)$$

Dimana:

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

\bar{X} = tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

n = jumlah tahun pencatatan data hujan

S = standar deviasi

- Cv = koefisien variasi
 Cs = koefisien kemencengan
 Ck = koefisien kurtosis

b. Pemilihan Jenis Distribusi

Dalam pemilihan jenis distribusi berdasarkan parameter diatas dapat digunakan beberapa perhitungan analisis frekuensi berikut ini :

1) Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel biasanya digunakan untuk data-data nilai ekstrim yang terjadi pada beberapa kejadian seperti nilai ekstrim curah hujan, gempa dan banjir.(Soewarno, 1995)

Rumus distribusi Gumbel:

Curah hujan rencana periode ulang T tahun :

$$X_t = \bar{X} + \frac{s}{S_n} x(Y_t - Y_n) \quad (2.6)$$

Nilai Y_n, S_n dan Y_t dapat dilihat pada Tabel 2.1 s/d Tabel 2.3

Standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

Dimana:

X_t = curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm).

\bar{X} = curah hujan rata-rata (mm).

S = standar deviasi (*standard deviation*).

S_n = *standard deviation of reduced variated.*

Y_t = *reduced variated.*

Y_n = mean of reduced variated.

Tabel 2.2. Reduced Mean Y_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,500	0,504	0,507	0,510	0,513	0,516	0,518	0,520	0,522
20	0,524	0,525	0,527	0,528	0,530	0,530	0,582	0,588	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,539	0,540	0,540	0,541	0,542	0,542	0,543
40	0,546	0,544	0,545	0,545	0,546	0,547	0,547	0,547	0,548	0,548
50	0,549	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	0,551	0,551	0,552	0,552
60	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554	0,554	0,555
70	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,557	0,557
80	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,559
90	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,560	0,560	0,560	0,560
100	0,560									

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

Tabel 2.3. Reduced Standar Deviation S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,950	0,968	0,983	0,997	1,010	1,021	1,032	1,041	1,049	1,057
20	1,063	1,070	1,075	1,081	1,086	1,032	1,096	1,100	1,105	1,108
30	1,112	1,116	1,119	1,123	1,126	1,129	1,131	1,134	1,136	1,139
40	1,141	1,144	1,146	1,148	1,150	1,152	1,154	1,156	1,157	1,159
50	1,161	1,192	1,164	1,166	1,167	1,168	1,170	1,171	1,172	1,173
60	1,175	1,176	1,177	1,178	1,179	1,180	1,181	1,182	1,183	1,184
70	1,185	1,186	1,187	1,188	1,189	1,190	1,191	1,192	1,192	1,193
80	1,194	1,195	1,195	1,196	1,197	1,197	1,198	1,199	1,199	1,200
90	1,201	1,201	1,203	1,203	1,204	1,204	1,205	1,205	1,206	1,206
100	1,207									

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

Tabel 2.4. Reduced Variate Y_t

Periode Ulang (Tahun)	Reduced Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,296

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

2) Distribusi Log Person Type III

Distribusi Log Person III memiliki tiga parameter penting, yaitu harga rata-rata, simpangan baku dan koefisien kemencengan. Jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi nol. Berikut langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person III (Suripin, 2004) :

a) Ubah data kedalam bentuk logaritma

$$\text{Log} = \log X \quad (2.8)$$

b) Hitung harga rata-rata

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (2.9)$$

c) Standar deviasi

$$S_{\text{Log } \bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

d) Hitung koefisien kemencengan (*Scewness*)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.11)$$

e) Hitung logaritma hujan tahunan periode ulang T

$$\log X_T = \log \bar{X} + G \cdot S \quad (2.12)$$

Dengan :

G = variable standar untuk X, besarnya tergantung koefisien kemencengan (Tabel 2.5)

X_T = hujan kala ulang T tahun

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variant

S = deviasi standar nilai variant

Tabel 2.5. Nilai G untuk Distribusi Log Person III

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
Persentase peluang terlampaui								
Koef , G	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0,667	-0,636	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,46	1,21	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,8
2,2	-0,905	-0,752	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705
2	-0,99	-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	2,78	3,388
1,4	-1,316	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149
1	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,88	-0,857	-0,009	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,85	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472
0	-2,326	-0,842	0	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,83	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,8	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,78	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087

Sumber : Suripin, 2004

Tabel 2.6. Pedoman Penentuan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck = 3$
Gumbel	$Cs \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$
Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$
Log normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^2 = 3$ $Ck = 5,383$

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

3. Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

a. Uji Chi-kuadrat

Uji Chi – kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dihitung dengan persamaan berikut (Suripin, 2004) :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.13)$$

Dengan:

χ_h = parameter chi – kuadrat terhitung,

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I,

E_i = jumlah nilai teoritis (frekuensi harapan) pada sub kelompok i.

Parameter χ_h^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai χ_h^2 sama atau lebih besar dari nilai chi – kuadrat sebenarnya (χ^2_{cr}).

Adapun langkah-langkah pengujian uji chi – kuadrat adalah sebagai berikut:

Membagi data curah hujan rata-rata harian maksimum ke dalam beberapa kelas dengan rumus $K = 1 + 3,322 \log n$,

- Memasukan anggota atau nilai-nilai data ke kelas yang bersangkutan,
- Menghitung nilai-nilai pengamatan yang ada dalam kelas (O_i),
- Menentukan E_i ,
- Menentukan χ_h^2 dengan persamaan (Tabel 2.7)
- Menentukan derajat kebebasan (D_k) dengan $D_k = K - R - 1$ (nilai $R=2$, untuk distribusi normal).

- Menentukan nilai x_{h2cr} . Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, harga $x_h^2 < x_{h2cr}$.

Tabel 2.7. Nilai kritis untuk Uji Chi – Kuadrat

DK	α (Drajat Kepercayaan)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,00015	0,00098	0,0039	3841	5024	6635	7879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5991	7378	9210	10597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7815	9348	11345	12838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9488	11143	13277	14860
5	0,412	0,554	0,831	1154	11070	12832	15086	16750
6	0,676	0,872	1237	1635	12592	14449	16812	18548
7	0,989	1239	1690	2167	14067	16013	18475	20278
8	1344	1646	2180	2733	15507	17535	20090	21955
9	1735	2088	2700	3325	16919	19023	21666	23589
10	2156	2558	3247	3940	18307	20483	23209	25188
11	2603	3053	3816	4575	19675	21920	24725	26757
12	3074	3571	4404	5226	21026	23337	26712	28300
13	3565	4107	5009	5892	22362	24736	27688	29819
14	4075	4660	5629	6571	23685	26119	29141	31319
15	4601	5229	6262	7261	24996	27488	30578	32801
16	5142	5812	6908	7962	26296	28845	32000	34267
17	5697	6408	7564	8672	27587	30191	33409	35718
18	6265	7015	8231	9390	28869	31526	34805	37156
19	6844	7633	8907	10117	30144	32852	36191	38582
20	7434	8260	9591	10851	31410	34170	37566	39997
21	8034	8897	10283	11591	32671	35479	38932	41401
22	8643	9542	10982	12338	33924	36781	40289	42796
23	9260	10196	11689	13091	35172	38076	41638	44181
24	9886	10856	12401	13848	36415	39364	42980	45558
25	10520	11524	13120	14611	37652	40646	44314	46928
26	11160	12918	13844	15379	38885	41923	45642	48290

27	11808	12879	14573	16151	40113	43194	46963	49645
28	12641	13565	15308	16928	41337	44461	48278	50993
29	13121	14256	16047	17708	42557	45722	49588	52336
30	13787	14953	16791	18493	43773	46979	50892	53672

Sumber : Suripin, 2004

b. Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut (Suripin, 2004):

- 1) Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut. $X_1 = P(X_1)$, $X_2 = P(X_2)$, $X_3 = P(X_3)$, dan seterusnya.
- 2) Mengurutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).
 $X_1 = P'(X_1)$, $X_2 = P'(X_2)$, $X_3 = P'(X_3)$, dan seterusnya.
- 3) Menentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis. $D = \text{maksimum } [P(X_n) - P'(X_n)]$
- 4) Berdasarkan table nilai kritis (*smirnov – kolmogorov test*) ditentukan harga D_0 dari Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov – Kolmogorof

N	A			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36

25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Suripin, 2004

4. Intesitas Curah Hujan

Intesitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. (Wesli, 2008)

Rumus perhitungan intesitas curah hujan adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \text{ (mm/jam)} \quad (2.14)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

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

t = lamanya hujan (jam)

5. Waktu Konsentrasi (Tc)

Wesli (2008), Waktu Konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol ditentukan dibagian hilir suatu daerah.

Waktu konsentrasi pada drainase perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah dari tempat terjauh ke saluran terdekat (*inlet time*) ditambah waktu yang mengalir didalam saluran ke

tempat pengukuran (*conduit time*). Perhitungan waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$T_c = T_o + T_D \quad (2.15)$$

$$T_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right) \quad (2.16)$$

$$T_D = \frac{L}{60 v} \quad (2.17)$$

Keterangan :

T_c = Lamanya atau durasi curah hujan (jam)

T_o = Waktu *in-let* (menit)

T_D = Waktu aliran dalam saluran (*conduit time*)

L_o = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

n = Angka kekasaran permukaan lahan (tabel 2.9)

S = Kemiringan daerah pengaliran atau kemiringan tanah

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

Tabel 2.9. Angka Kekasaran Permukaan Lahan

No	Tata Guna LahDimensan	N
1	Lapisan semen dan aspal betom	0,013
2	Kedap air	0,020
3	Timbunan tanah	0,100
4	Tanaman pangan dengan sedikit rumput pada tanah	0,200
5	Padang rumput	0,400
6	Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0,600
7	Hutan dan sejumlah semak belukar	0,800

Sumber : Kamiana, 2011

Tabel 2.10. Nilai Kemiringan Melintang Normal Perkerasan Jalan

Jenis Lapis Permukaan	Kemiringan melintang normal-i (%)
Beraspal, beton	2%-3%
Japat	4%-6%
Kerikil	3%-6%
Tanah	4%-6%

Sumber: Drainase Perkotaan: 1997

6. Limpasan Air (*Runoff*)

Limpasan adalah apabila intensitas hujannya jatuh disuatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah. Faktor utama yang mempengaruhi besarnya limpasan adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Suripin, 2004).

Limpasan ini dilambangkan dengan nilai C. Besarnya Nilai C tergantung pada kondisi dan Karakteristik daerah yang akan di drain dan dikeringkan. Untuk tata guna lahan yang bervariasi, maka nilai C dihitung sebagai nilai C komposit. Rumusnya sebagai berikut:

$$C \text{ komposit} = \frac{A_1 + C_1 + A_2 + C_2 + \dots + A_n + C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.18)$$

Dimana :

C komposit = Koefisien limpasan komposit

A₁, A₂, A_n = Luas sub area (ha)

C₁, C₂, C_n = Koefisien pengaliran untuk setiap sub area

Tabel 2.11. Koefisien aliran permukaan/limpasan (C)

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C	
1	Bisnis		
	<ul style="list-style-type: none"> • Perkotaan • Pinggiran 	0,70 - 0,95 0,50 - 0,70	
2	Perumahan		
	<ul style="list-style-type: none"> • Rumah tinggal • Multiunit terpisah, terpisah • Multiunit, tergabung • Perkampungan • Apartemen 	0,30 – 0,05 0,40 – 0,60 0,60 – 0,75 0,25 – 0,40 0,50 – 0,70	
	3	Industri	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ringan • Berat 	0,5 – 0,80 0,60 – 0,90	
	Perkerasan		
<ul style="list-style-type: none"> • Aspal dan beton • Batu bata, paving 	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70		
	Atap	0,75 – 0,95	
	Halaman tanah berat		
	Datar 2%	0,13 – 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	
	Berbukti 10 – 30%	0,30 – 0, 60	

Sumber : McGuen, 1989 Suripin 2003

7. Metode Rasional

Metode ini digunakan untuk menaksir debit puncak banjir berdasarkan curah hujan, namun hanya untuk DAS ukuran kecil yang areanya kurang dari 300 ha. (Suripin, 2004).

Rumus :

$$Q = F \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2.19)$$

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

Q = Debit maksimum rencana (m^3/det)

A = Luas daerah aliran (ha)

C = Koefisien aliran (mm/jam)

F = Koefisien satuan luas, dalam ha = 0,00278

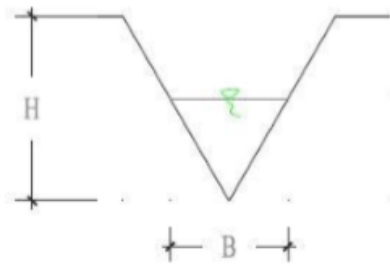
I = Intesitas curah hujan waktu konsentrasi (mm/jam)

H. Dimensi Penampang Saluran

Saluran terdiri dari saluran terbuka dan tertutup. Untuk aliran air dalam saluran terbuka, penampang yang umum dipergunakan adalah saluran berbentuk trapesium, segi empat dan segi tiga. dan aliran air dalam saluran tertutup, bentuk yang umum dipergunakan adalah bentuk lingkaran. Parameter utama yang digunakan untuk menentukan dimensi dari saluran tersebut adalah:

- a. Lebar dasar saluran (b)
- b. Kedalaman saluran (h)
- c. Keliling basah saluran (p)
- d. Luas saluran (A)
- e. Jari-jari hidrolis (R) adalah perbandingan antara luas saluran dengan keliling basah saluran : $R = \frac{A}{P}$

1. Penampang Segi Tiga



Gambar 2.8 Penampang Segi Tiga

(Sumber: Saleh A:2016)

Suatu penampang saluran bentuk segi tiga dengan kemiringan talud z , dan kedalaman h (m), diperoleh rumus :

$$A = z \cdot h^2 \quad (2.20)$$

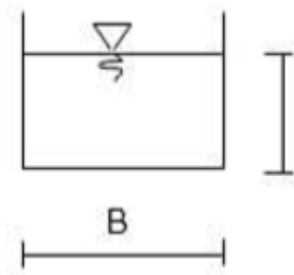
$$P = 2 \cdot \sqrt{z^2 + 1} \cdot h \quad (2.21)$$

$$P = 2 \cdot \sqrt{z^2 + 1} \cdot \left(\frac{A}{z}\right)^{0,5} \quad (2.22)$$

$$P^2 = 4 \cdot \left(z + \frac{1}{z}\right) \cdot A \quad (2.23)$$

$$R = \frac{h}{\sqrt[3]{2}} \quad (2.24)$$

2. Penampang Persegi Empat



Gambar 2.9 Penampang Persegi Empat

(Sumber: Saleh A:2016)

Suatu penampang saluran berbentuk Persegi empat dengan lebar b (m), kemiringan talud z dan kedalaman h (m), diperoleh rumus :

$$A = b \cdot h \quad (2.25)$$

$$P = b + 2h \quad (2.26)$$

$$P = \frac{A}{h} + 2h \quad (2.27)$$

Untuk mendapatkan penampang ekonomis, P harus minimum jika

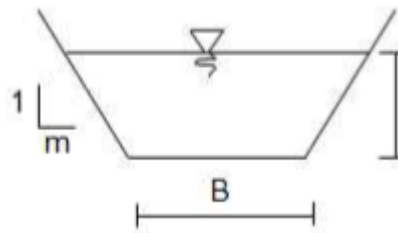
$\frac{dp}{dh} = 0$, maka didapat :

$$-\frac{A}{h^2} + 2 = 0 \quad (2.28)$$

$$A = 2h^2 \quad (2.29)$$

$$R = \frac{2h^2}{4h} = \frac{h}{2} \quad (2.30)$$

3. Penampang Trapesium



Gambar 2.10 Penampang Segi Tiga

(Sumber: Saleh A:2016)

Suatu penampang saluran berbentuk trapesium dengan lebar b (m), kemiringan talud z dan kedalaman h (m), diperoleh rumus :

$$A = (b + zh) \cdot h \quad (2.31)$$

$$P = b + 2h\sqrt{z^2 + 1} \quad (2.32)$$

$$R = \frac{h}{2} \quad (2.33)$$

I. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah kecepatan aliran air pada saluran drainase, yang didapat dari rumus *Manning*.

Rumus *Manning* :

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \text{ (m/det)} \quad (2.34)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran air (m/det)

n = Koefisien kekasaran manning

R = Radius hidraulik

S = Kemiringan saluran

Tabel 2.12 Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Jenis Material

No	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan Cadas	0
2	Tanah Lumpur	0,25
3	Lempung Keras/Tanah	0,5 – 1
4	Tanah dengan pasangan batu	1
5	Batu	1,5
6	Lempung	2
7	Lumpur berpasir	3

(Sumber : Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan, SNI 03 3424-1994)

J. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Fungsi debit aliran ini adalah untuk mengetahui seberapa

banyak air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran dan seberapa cepat air tersebut mengalir dalam waktu satu detik.

Rumus debit :

$$Q_s = A \times V \quad (2.35)$$

Keterangan :

Q_s = Debit Aliran (m^3/det)

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan Aliran (m/det)

