

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Gambaran Jaringan Drainase

Drainase perkotaan adalah ilmu yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial yang ada di kawasan kota.

Drainase perkotaan / terapan merupakan sistem pengirangan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi :

1. Pemukiman
2. Kawasan Industri
3. Kampus dan Sekolah
4. Rumah Sakit & Fasilitas Umum
5. Lapangan Olahraga
6. Lapangan Parkir
7. Pelabuhan Udara

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, sebab untuk perkotaan ada tambahan variable desain seperti :

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan
2. Keterkaitan dengan masterplan drainasi kota
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya

Pada umumnya drainase berfungsi untuk :

1. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaan lahannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negative berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.
2. Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri/menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.
3. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
4. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

2.1.1 Jenis - Jenis dan Pola – Pola Drainase

A. Menurut Cara Terbentuknya

1. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Terbentuk secara alami, tidak ada unsur campur tangan manusia serta tidak terdapat bangunan-bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain-lain.

2. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainasi, untuk menentukan debit akibat hujan, kecepatan resapan air dalam tanah dan dimensi saluran serta memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

B. Menurut Letak Saluran

1. Drainase Muka Tanah (*Surface Drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

2. Drainase Bawah Tanah (*Sub Surface Drainage*)

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

C. Menurut Fungsi

1. *Single Purpose*

Saluran berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau jenis air buangan lain seperti air limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

2. *Multy Purpose*

Saluran berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

D. Menurut Konstruksi

1. Saluran Terbuka

Saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas. Juga untuk saluran air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.

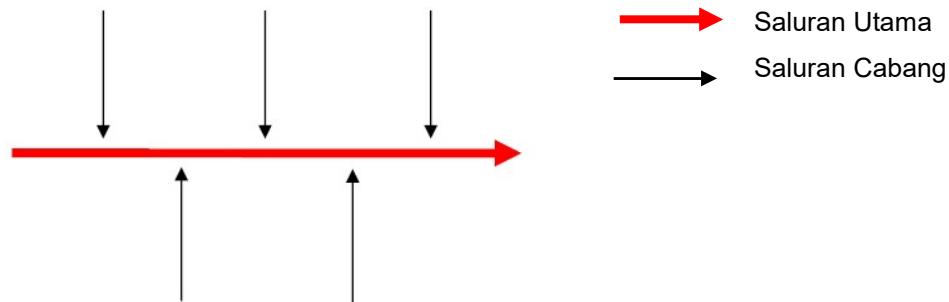
2. Saluran Tertutup

Saluran air untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Juga untuk saluran dalam kota.

2.1.2 Pola - Pola Drainase

A. Siku

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

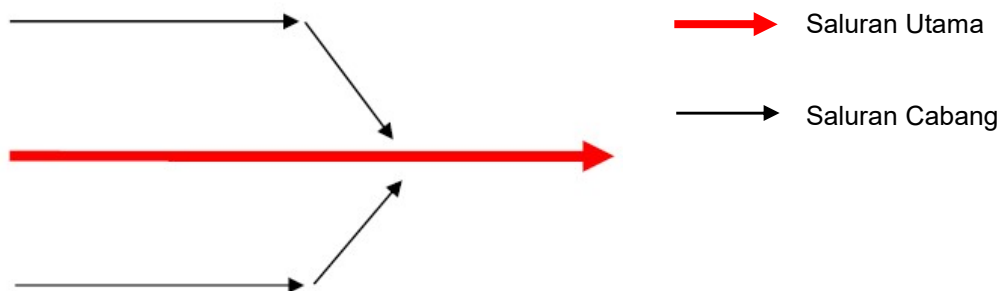


Gambar 2.1 Jaringan Drainase Siku

Sumber : Hasmar.2011

B. Paralel

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

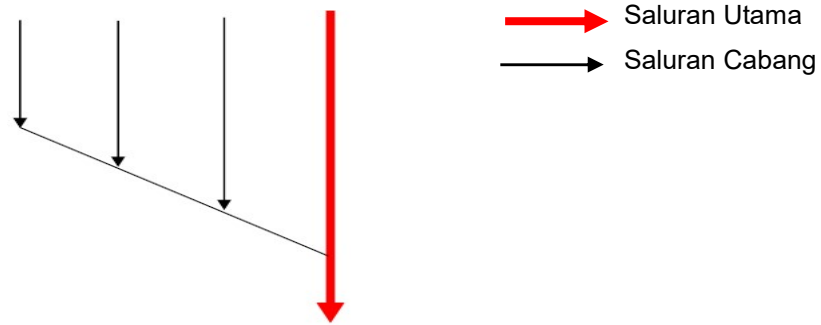


Gambar 2.2 Jaringan Drainase Paralel

Sumber : Hasmar.2011

C. Grid Iron

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

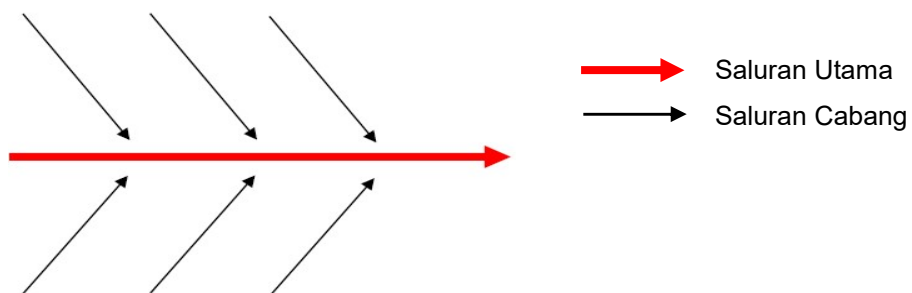


Gambar 2.3 Jaringan Drainase *Grid Iron*

Sumber : Hasmar.2011

D. Alamiah

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

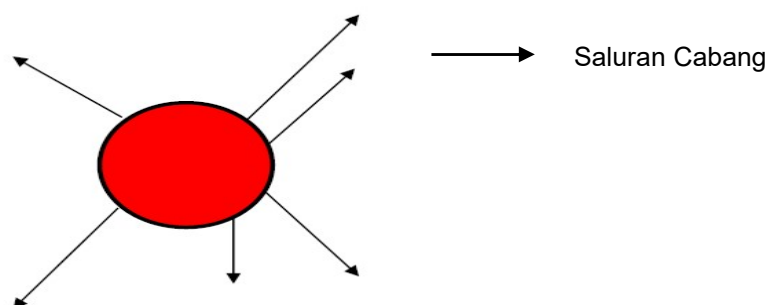


Gambar 2.4 Jaringan Drainase Alamiah

Sumber : Hasmar.2011

E. Radial

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

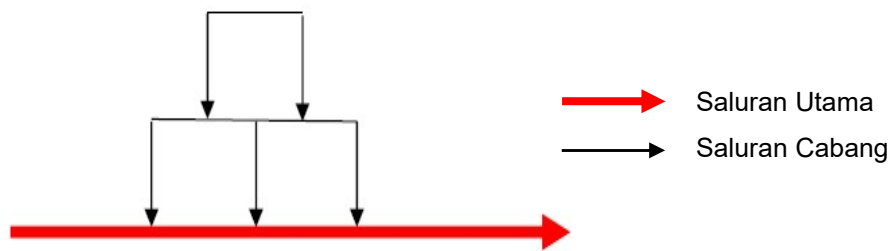


Gambar 2.5 Jaringan Drainase Radial

Sumber : Hasmar.2011

F. Jaring-Jaring

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



Gambar 2.6 Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Sumber : Hasmar.2011

Saluran Cabang adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dibuang ke saluran utama.

Saluran Utama adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilaluinya.

2.1.3 Sistem Jaringan Drainase

A. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran 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 dan sungai-sungai. Perencanaan drainase mayor ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5-10 tahun dan pengukuran topografi yang detail diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

B. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran atau selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. (Allafa : 2008).

2.2 Analisa Hidrologi

2.2.1 Pemilihan Data Curah Hujan

Penentuan besar hujan rencana memerlukan data hujan jam-jaman maksimum tahunan apabila data tersebut tidak ada dapat menggunakan data hujan harian maksimum. Data hujan yang dibutuhkan dalam analisis hidrologi biasanya adalah data curah hujan rerata dari pos pengamatan curah hujan.

2.2.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Pada kenyataannya bahwa tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersi adalah besarnya derajat atau besaran varian di sekitar nilai rata-ratanya. Cara mengukur besarnya dispersi disebut pengukuran dispersi (Soewarno, 1995).

Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi :

A. Pengukuran Dispersi

Dari curah hujan rata-rata yang diperoleh dari berbagai stasiun yang ada di daerah aliran sungai, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran data curah hujan yang sesuai dengan pola sebaran data curah hujan rata-rata. Pada kenyataannya bahwa tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersi adalah besarnya derajat dari sebaran varian disekitar nilai rata-ratanya. Cara mengukur besarnya dispersi disebut pengukuran dispersi. Adapun cara pengukuran dispersi antara lain :

1. Deviasi Standart (S)

$$\text{Rumus : } S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.1})$$

Di mana :

S = Deviasi standart

X_i = Nilai varian ke i

X = Nilai rata-rata varian

N = Jumlah data

2. Koefesien Skewness (CS)

Kemencengan (skewness) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.

Rumus :
$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum (X_i - \bar{X})^3$$

$$CS = \frac{a}{S^3} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.2)}$$

Di mana :

CS = Koefesien Skewness

X_i = Nilai varian ke i

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

S = Deviasi standar

3. Koefisien Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

Rumus :
$$CK = \frac{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.3)}$$

Di mana :

CK = Koefisien Kurtosis

X_i = Nilai varian ke i

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

S = Deviasi standar

4. Koefisien Variasi (CV)

Koefisien Variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi.

Rumus :
$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} ; S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} ; CV = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.4)}$$

Di mana .

CV : koefisien variasi

S : standar deviasi

$\bar{X}$: rata-rata hitung

n : jumlah data hujan

Tabel 2.1 Syarat – Syarat Nilai Pengujian Dispersi

No.	Jenis Distribusi	Syarat
1.	Normal	CK ~ 3
		CS ~ 0
2.	Log - Normal	CV ~ 0,06
		CS ~ 3CV + CV ²
3.	Gumbel	CS = 1,1396
		CK = 5,4002
4.	Log - Pearson Tipe III	CS ≠ 0

Sumber : C.D. Soemarto

Dari nilai-nilai di atas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran yaitu dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan.

2.2.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Ada berbagai macam distribusi teoritis yang kesemuanya dapat dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskrit dan distribusi kontinyu. Yang diskrit adalah Binomial dan Poisson, sedangkan yang kontinyu adalah Normal, Log Normal, Gama, Beta, Pearson dan Gumbel. Untuk memilih jenis sebaran, ada beberapa macam distribusi yang sering dipakai yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Pearson III.

1. Distribusi Normal

Perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{x} + z \cdot s \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.5)}$$

dengan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

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

s = deviasi standar nilai variat

z = faktor frekuensi dari distribusi normal (tabel z untuk distribusi normal)

merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2. Distribusi Log Normal

Jika $Y = \log X$, maka perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_T = \bar{Y} + z.s \quad \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.6)}$$

dengan :

YT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

Y = nilai rata-rata hitung variat

s = deviasi standar nilai variat

z = faktor frekuensi

merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

3. Distribusi Log-Pearson III

Jika $Y = \log X$, maka perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T.s \quad \dots\dots\dots \text{persamaan 2.7}$$

Dengan :

YT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

Y = nilai rata-rata hitung variat

s = deviasi standar nilai variat

KT = faktor frekuensi (tabel nilai KT untuk distribusi log pearson III)

4. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + s.K \quad \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.8)}$$

dengan :

XT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

X = nilai rata-rata hitung variat

s = deviasi standar nilai variat

K = faktor frekuensi

merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.9)}$$

Dengan :

Y_n = reduced mean yang tergantung jumlah sampel/data n

S_n = reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sampel/data

Y_{Tr} = reduced variate

2.2.4 Perhitungan Uji Sebaran Data Curah Hujan

a. *Chi Square*

Langkah-langkah perhitungan sebaran data curah hujan *Chi Square* sebagai berikut.

1. Hitung jumlah kelas (K)

$$K = 1 + 3,322 \log n \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.10)}$$

Di mana :

K = Jumlah kelas

n = Jumlah data

2. Hitung Derajat kebebasan (DK)

$$DK = K - (P + 1) \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.11)}$$

Di mana :

DK = Derajat kebebasan

K = Jumlah Kelas

P = Parameter hujan ($P = 1$)

3. Mencari harga X^2_{Cr} (*Chi Square* kritis) dilihat dari derajat kebebasan (DK) dan taraf signifikasi

4. Hitung nilai yang diharapkan (EF)

$$EF = n / K \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.12)}$$

$$\Delta x = (X_{\max} - X_{\min}) / K$$

5. Bandingkan X^2_{Cr} (*Chi Square* kritis) dengan X^2 hasil hitungan.

b. *Smirnov Kolmogrof*

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov juga disebut uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, namun dengan memperhatikan kurva dan penggambaran data pada kerta probabilitas. Dari gambar dapat diketahui jarak penyimpanan setiap titik data terhadap kurva. Jarak penyimpanan tersebut merupakan nilai $\Delta_{\max}$ dengan

kemungkinan didapat nilai lebih kecil dari nilai Δ kritis, maka jenis distribusi yang dipilih dapat digunakan. Berikut langkah perhitungan uji *Smirnov Kolmogorof* :

1. Susun data curah hujan harian rerata tiap tahun dari kecil ke besar atau sebaliknya.
2. Hitung probabilitas untuk masing-masing data hujan dengan persamaan Weibull sebagai berikut :

dimana :

P = Probabilitas (%)

m = nomor urut data dari seri data yang telah disusun

n = banyak data

3. Gambarkan (plot) distribusi empiris maupun distribusi teoritis pada kertas grafik probabilitas yang sesuai
4. Kemudian cari harga mutlak perbedaan maksimum antara distribusi empiris (P empiris) dengan distribusi teoritis (P teoritis).
 $\Delta_{\max} = \text{maksimum } |P \text{ teoritis} - P \text{ empiris}|$
5. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan nilai $D_{\max}$ kritis (lihat tabel) Nilai Δ kritis Uji Smirnov-Kolmogorov
6. Apabila $\Delta_{\max} < \Delta_{\text{kritis}}$, maka distribusi teoritisnya dapat diterima dan bila terjadi sebaliknya maka distribusi teoritisnya tidak dapat diterima.

2.3 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan debit banjir dengan metode rasional memerlukan data intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi (Loebis 1992). Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan hasil analisa distribusi frekuensi yang sudah dirata-rata, menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{X_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.13)}$$

dimana :

X_{24} = hujan rencana untuk berbagai kala ulang (mm)

T = waktu konsentrasi (jam), untuk satuan dalam menit, t dikalikan 60.

I = intensitas hujan untuk berbagai kala ulang (mm/jam)

Kemudian hitung untuk waktu selanjutnya sehingga data intensitas hujan dapat disajikan secara tabelaris. Setelah didapat intensitas hujan untuk waktu berikutnya, maka akan didapatkan grafik intensitas hujan.

2.4 Koefisien Pengaliran

Koefisien ini mencerminkan keadaan permukaan daerah aliran. Koefisien pengaliran C merupakan perbandingan komponen berikut ini :

$$C = \frac{\text{Volume air yang berhasil mencapai muara DAS}}{\text{Volume air hujan yang jatuh diatas DAS}} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.14})$$

Berkurangnya volume air yang berhasil melewati muara daerah aliran disebabkan oleh : Aliran tertahan oleh akar dan daun dari tanaman, dan tertahan diantara rerumputan atau semak belukar yang lebat. Air meresap kedalam lapisan tanah. Tertahan dalam bentuk genangan air, bilamana permukaan daerah aliran tidak rata / banyak cekungan. Dalam prakteknya terdapat berbagai tipe tata guna lahan bercampur baur dalam sebuah daerah aliran. Oleh karena itu, untuk mendapatkan Koefisien pengaliran gabungan C_w dapat mempergunakan rumus komposit berikut :

$$C_w = \frac{A_1.C_1 + A_2.C_2 + A_n.C_n}{A_1 + A_2 + A_n} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.15})$$

dimana :

C_w = Koefisien pengaliran gabungan.

A_1, A_2, A_n = Bagian luasan daerah aliran sebanyak n buah, dengan tata guna lahan yang berbeda.

C_1, C_2, C_n = Koefisien pengaliran daerah aliran sebanyak n buah, dengan tata guna lahan yang berbeda.

2.5 Waktu Kosentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Berikut rumus waktu konsentrasi (t_c) :

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.16})$$

Dimana :

t_c = waktu kosentrasi (jam)

L = panjang saluran (m)

S = Kemiringan saluran

2.6 Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Menurut Wanielista (1990) metode Rasional adalah kaitan antaran run-off dengan intensitas curah hujan awalnya digunakan hanya untuk memperkirakan debit puncak (peak discharge).

Rumus umum Metode Rasional :

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.17})$$

dimana :

- Q = Debit banjir (m³/det)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas Daerah Aliran (km²)

Kala ulang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Kala ulang yang dipakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan sistem drainasenya, seperti terlihat dalam Tabel 2.2 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota.
- b. Untuk bangunan pelengkap dipakai kala ulang yang sama dengan sistem saluran di mana bangunan pelengkap ini berada ditambah 10% debit saluran.

Tabel 2.2 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 - 100	101 - 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th	10 - 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 - 5 Th

Sumber : Tata cara perencanaan drainase Dirjen Cipta Karya, 2012

2.7 Perhitungan Dimensi Saluran dan Gorong – gorong

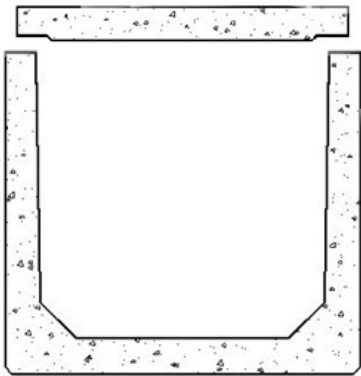
2.7.1 Saluran

U Ditch adalah saluran dari beton bertulang dengan bentuk penampang huruf U dan juga bisa diberi tutup. Umumnya digunakan sebagai saluran drainase ataupun irigrasi. Ketinggian saluran terbuka ini dapat bervariasi mengikuti kebutuhan di lapangan atau elevasi saluran yang diinginkan. Selain itu seiring dengan perkembangan jaman, produk *precast* yang saat ini banyak diproduksi dan dicari orang adalah *U Ditch* dengan harga *U Ditch* yang relatif terjangkau membuat pekerjaan saluran semakin cepat selesai dengan kualitas yang baik.

Cover U ditch adalah material beton yang berfungsi sebagai penutup pada saluran drainase, yang sangat praktis dalam tahap pemasangannya tidak memakan waktu yang

lama dan mempercepat schedule pekerjaan pada proyek. *Cover U ditch* ini memiliki spesifikasi yang berbeda beda mulai dari dimensi terkecil hingga dimensi terbesar sesuai dengan kebutuhan dilapangan. Kelebihan penggunaan beton *U Ditch* dalam pembuatan saluran drainase adalah akan didapatkan hasil yang lebih presisi, dan waktu pengerjaan lebih cepat.

Tabel 2.3 Dimensi Pabrikasi Saluran *U-ditch*

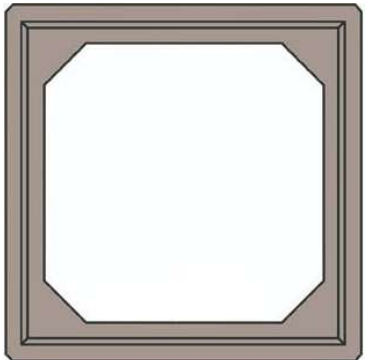
NO	SKETSA	UKURAN (cm) L x T x P
1		30 x 30 x 120
2		30 x 40 x 120
3		30 x 50 x 120
4		40 x 40 x 120
5		40 x 50 x 120
6		40 x 60 x 120
7		50 x 50 x 120
8		50 x 60 x 120
9		50 x 70 x 120
10		60 x 60 x 120
11		60 x 70 x 120
12		60 x 80 x 120
13		80 x 80 x 120
14		80 x 100 x 120
15		100 x 100 x 120
16		100 x 120 x 120
17		120 x 120 x 120
18		120 x 140 x 120
19		140 x 140 x 120
20		140 x 160 x 120
21		160 x 160 x 120
22		160 x 180 x 120
23		180 x 180 x 120
24		180 x 200 x 120
25		200 x 200 x 120

2.7.2 Gorong - Gorong

Gorong – gorong berfungsi untuk membawa aliran air untuk saluran melewati bawah jalan. Dalam perencanaan ini Gorong – gorong yang digunakan berbentuk persegi dengan

bahan beton pracetak *Box Calvert*. Kelebihan dari penggunaan *Box Calvert* lebih mudah dan cepat dalam pemasangan sehingga tidak memerlukan estimasi waktu yang panjang begitupun juga alat dan tenaga kerja yang tidak terlalu banyak dibutuhkan.

Tabel 2.4 Dimensi Pabrikasi Saluran *Box Calvert*

NO	SKETSA	UKURAN (cm) L x T x P
1		40 x 40 x 100
2		50 x 50 x 100
3		60 x 60 x 100
4		80 x 80 x 100
5		100 x 100 x 100
6		120 x 120 x 100
7		140 x 140 x 100
8		150 x 150 x 100
9		160 x 160 x 100
10		180 x 180 x 100
11		200 x 200 x 100

2.7.3 Perhitungan Dimensi Saluran dan Gorong - Gorong

Dalam perencanaan drainase ini menggunakan saluran berbentuk empat persegi panjang, berikut langkah perhitungan dimensi saluran :

1. luas penampang saluran (A)

$$A = b \times h \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.18)}$$

2. keliling basah saluran (P)

$$P = b + 2h \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.19)}$$

3. jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.20)}$$

4. kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.21)}$$

5. Perhitungan tinggi jagaan (w)

$$W = 0,25 \times h \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.22)}$$

6. Debit saluran

$$Q = A \times V \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.23)}$$

7. Kontrol

$$Q_{\text{rencana}} < Q_{\text{saluran}} \dots\dots\dots \text{(persamaan 2.24)}$$