

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KELURAHAN KOYA TIMUR DISTRIK MUARA TAMI KOTA JAYAPURA

Junus Bothmir¹ dan Ahmad Rifai²

¹ Junus Bothmir, Universitas Sains Dan Teknologi Jayapura

² Ahmad Rifai, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, thefligers29@gmail.com

ABSTRAK

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Perencanaan sistem drainase kelurahan Koya Timur adalah perencanaan sistem drainase yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada drainase kelurahan Koya Timur, dikarenakan drainase tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga terjadi genangan air di beberapa tempat, terjadinya penumpukan sedimentasi yang mengakibatkan tertutupnya saluran drainase, begitu hujan besar selama beberapa hari genangan air yang tergenang meluap sampai menutupi halaman rumah warga karena pekarangan rumah warga memiliki elevasi yang lebih rendah dari jalan.

Oleh karena itu dalam kajian ini yang akan dibahas kondisi dari saluran drainase yang terdapat pada kelurahan koya timur yaitu untuk membuat perencanaan sistem drainase kelurahan koya timur, menganalisa debit limpasan air yang terjadi, serta membuat perencanaan detail penampang saluran serta bangunan pelengkap lainnya yang di perlukan.

Kata kunci : *sistem drainase, debit limpasan, detail penampang*

1. PENDAHULUAN

Drainase merupakan satu sistem untuk mengalirkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, Sistem drainase yang baik tidak menimbulkan berbagai masalah di antaranya banjir atau genangan air, sehingga di perlukan adanya saluran drainase yang berfungsi menampung air hujan dan kemudian mengalihkannya ke sungai atau pembuangan terakhir sehingga menciptakan kondisi lingkungan yang nyaman.

Distrik Muara Tami merupakan salah satu dari lima distrik di Kota Jayapura. Distrik Muara Tami terdiri dari dua kelurahan yaitu kelurahan Koya Barat, kelurahan Koya Timur dan enam kampung yaitu kampung

Holtekamp, kampung Koya Tengah, kampung Skouw Mabo, kampung Skouw Yambe, kampung Skouw Sae, dan kampung Mosso. Kelurahan Koya Timur mempunyai luas wilayah 9.942.107 Ha, masyarakatnya bersifat heterogen yang terdiri dari berbagai jenis suku bangsa. Kelurahan Koya Timur mulai terbentuk Terhitung Mulai tanggal 3 Februari 1984 sampai dengan 11 Agustus 1984 yang pada awalnya masih merupakan Unit Pemukiman Transmigrasi (UPT) Koya Timur. Tanggal 12 November 2002 status pemerintahan Desa/Kampung Koya Timur dinaikan menjadi kelurahan dengan nama kelurahan Koya Timur.

Permasalahan yang sering terjadi di kelurahan Koya Timur adalah banjir atau genangan air yang terjadi pada saat curah hujan tinggi. Untuk mengatasi permasalahan banjir dan genangan, maka diperlukan kajian guna menganalisis sistem drainase kelurahan Koya Timur sehingga dapat ditemukan solusi untuk menangani masalah banjir dan genangan yang terjadi di kelurahan Koya Timur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Drainase Perkotaan

Berikut definisi drainase perkotaan :

1. Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota.
2. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi daerah permukiman, kawasan industri dan perdagangan, kampus dan sekolah, rumah sakit dan fasilitas umum, lapangan olahraga, lapangan parkir, instalasi militer, listrik, telekomunikasi, pelabuhan, bandar udara.

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu sistem drainase makro dan sistem drainase mikro.

Jenis – Jenis Drainase

A. Menurut Sejarah Terbentuknya

1. Drainase Alamiah (Natural Drainage)
2. Drainase Buatan (Artificial Drainage)

B. Menurut Letak Saluran

1. Drainase Permukaan Tanah (Surface Drainage).
2. Drainase Bawah Permukaan Tanah (Subsurface Drainage).

C. Menurut Fungsi

1. Single Purpose
2. Multi Purpose

D. Menurut Konstruksi

1. Saluran Terbuka
2. Saluran Tertutup

Pola Jaringan Drainase

- a. Siku
- b. Paralel
- c. Grid Iron
- d. Alamiah
- e. Radial
- f. Jaring - Jaring

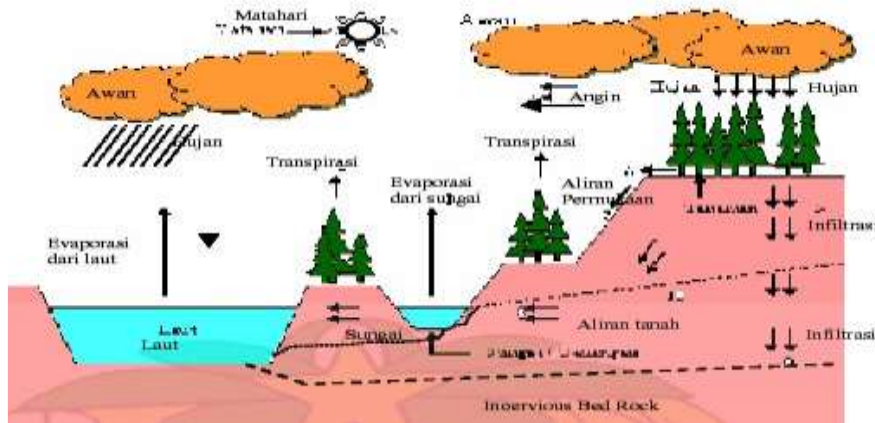
Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat fisik dan sifat kimianya, serta tanggapannya terhadap perilaku manusia (Chow, 1964) dengan pengertian seperti itu berarti ilmu hidrologi mencakup hampir semua masalah yang terkait dengan air. Desain hidrologi diperlukan untuk mengetahui debit pengaliran.

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan serangkaian proses gerakan atau perpindahan air di alam yang berlangsung secara terus menerus. Ada empat macam proses penting dari siklus hidrologi yang harus dipahami yang berkaitan dengan perencanaan bangunan air yaitu:

- a. Presipitasi adalah uap air atmosfer terkondensasi dan jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk (hujan, salju, kabut, embun)
- b. Evaporasi adalah penguapan air dari permukaan badan air (sungai, danau, waduk)
- c. Infiltrasi adalah air yang jatuh ke permukaan menyerap ke dalam tanah;
- d. Limpasan permukaan (*surface run off*) dan limpasan air tanah (*subsurface run off*)



Gambar 1. Siklus hidrologi (Sumarto, 1995) Analisa Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrem yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak serta bersifat stokastik. Ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi, yaitu :

1. Data Maksimum Tahunan
2. Seri Parsial

Empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

- a. Distribusi Normal,
- b. Distribusi Log Normal,
- c. Distribusi Log Pearson III, dan
- d. Distribusi Gumbel.

Pemilihan jenis distribusi curah hujan yang sesuai berdasarkan nilai koefisien asimetri, koefisien variasi, koefisien kurtosis yang diperoleh dari harga tabel parameter statistik dengan :

1. Standar Deviasi
2. Koefisien Asimetri / Kemencengan (C_s)
3. Koefisien Variasi (C_v)
4. Koefisien Kurtosis (C_k)
5. Apabila Harga $C_s =$ bebas, $C_k =$ bebas, maka distribusi yang dipakai adalah distribusi *Log Pearson Type III*.
6. Apabila harga koefisien Asimetri mendekati tiga kali besar variasi ($C_s = 3$ kali C_v) maka distribusi yang dipakai adalah distribusi Log Normal.
7. Apabila harga $C_s = 1,1369$, $C_k = 5,4002$, maka distribusi yang dipakai adalah distribusi Gumbel.

Analisa Curah Hujan Rencana

Secara definisi curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah pada periode ulang tertentu yang dipakai sebagai dasar perhitungan perencanaan suatu bangunan. Metode yang dapat digunakan untuk menghitung curah hujan rencana antara lain Metode Log Pearson Type III, Metode Distribusi Normal, dan Metode Gumbel.

- a. Metode Distribusi Normal Dengan menggunakan persamaan : $X_T = X + KTS$ Dimana :

$$K_T = \frac{X_T - X}{s} \quad (1)$$

Dimana X_T adalah perkiraan nilai dengan periode ulang T -tahunan ; X adalah nilai rata-rata ; K_T adalah nilai kala ulang ; S adalah standar deviasi .

Tabel 1. Tabel Nilai Faktor Frekuensi K_T (Nilai Variabel Reduksi Gauss)

No.	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

(Sumber : Suripin, 2003)

Kala Ulang Minimum

Perencanaan dalam mengatasi drainase pada umumnya ditentukan dengan suatu kala, sehingga drainase akan aman jika debit banjir yang terjadi tidak melebihi debit banjir rencana kala ulang tersebut.

Tabel 2. Kriteria Periode Ulang (Notodihardjo, 1998)

Jenis Lahan / Guna Lahan	Periode Ulang
Jalan Tol	10 tahun
Jalan Arteri	10 tahun
Jalan Kolektor	10 tahun
Jalan Biasa	10 tahun
Perumahan	2 – 5 tahun
Pusat Perdagangan	2 – 10 tahun
Pusat Bisnis	2 – 10 tahun
Landasan Terbang	5 tahun

Debit Banjir Rencana (Q)

a. Metode Rasional

Bentuk umum dari persamaan rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$Q = 0.00278 C_s \times C \times I \times A \quad (2)$$

Dimana Q adalah debit banjir Maksimum (m³/dt) ; C adalah Koefisien Pengaliran ; I adalah Intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/jam) ; A adalah Luas daerah pengaliran (Ha) ; Cs adalah koefisien Tampungan.

Koefisien Tampung (Cs)

Daerah penampungan adalah suatu tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan (Notodihardjo, 1998).

Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas 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). Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Besarnya intensitas hujan pada kondisi yang ditimbulkan sesuai dengan derajat hujannya.

Tabel 3. Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Kondisi
Hujan sangat lemah	< 1,20	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit.
Hujan lemah	1,20 – 3,00	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat <i>puddle</i> .
Hujan normal	3,00 – 18,0	Dapat dibuat <i>puddle</i> dan bunyi hujan kedengaran Air tergenang diseluruh permukaan tanah
Hujan deras	18,0 – 60,3	dan bunyi keras hujan terdengar berasal dari genangan.
Hujan sangat deras	> 60,0	Hujan seperti tumpahan, saluran, dan drainase meluap.

(Sumber : Suripin, 2004)

Persamaan mononobe sebagai berikut :

$$I = \left(\frac{R24}{24}\right) \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

Dimana I adalah Intensitas curah hujan (mm/jam) ; tc adalah Waktu Konsentrasi (jam) ; m adalah Tetapan diambil (2/3) ; R24 adalah Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Waktu Konsentrasi (tc)

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 (Suripin, 2004). Waktu konsentrasi dibagi atas 2 bagian.

1. Inlet time (to)
2. Conduit time (td)

Tabel 4. Hubungan Jenis Bahan dengan Kecepatan Aliran Air (V)

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Jalan aspal	0,90
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

Kemiringan dasar saluran mempengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran. Pada tabel berikut diperlihatkan hubungan kemiringan dasar saluran terhadap kecepatan aliran rata-rata.

Tabel 5. Hubungan Kemiringan Dasar Saluran dengan Kecepatan Saluran (Hadihardjaja, 1997)

Kemiringan Rerata Dasar Saluran (%)	Kecepatan Rerata (m/s)
< 1,00 %	0,40
1,00 – 2,00	0,60
2,00 – 4,00	0,90
4,00 – 6,00	1,20
6,00 – 10,00	1,50
10,00 – 15,00	2,40

(Sumber : Hadihardjaja, 1997)

Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan / pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) pada suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh faktor - faktor berikut :

- Kemiringan daerah aliran
- Struktur geologi tanah

- Jenis permukaan tanah
- Klimatologi

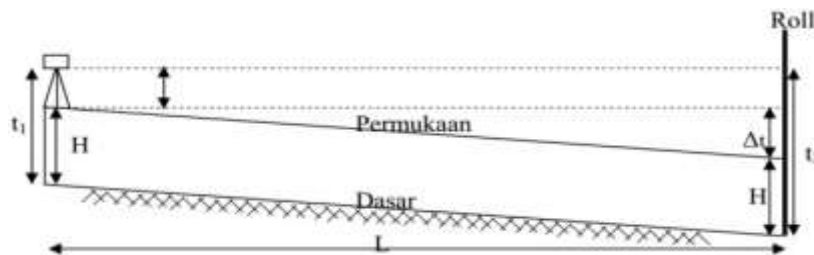
Tabel 6. Koefisien Pengaliran (C)

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran (C)
Perumahan tidak begitu rapat	20 rumah /Ha 0,25-0,40
Perumahan kerapatan sedang	20-60 rumah /Ha 0,40-0,70
Perumahan rapat	60-160 rumah/Ha 0,70-0,80
Taman dan daerah rekreasi	0,20 - 0,30
Daerah industri	0,80 - 0,90
Daerah perniagaan	0,90 - 0,95

(Sumber : Hadihardjaja, 1997)

Kemiringan Dasar Saluran (S)

Kemiringan dasar saluran digunakan dalam menentukan nilai waktu konsentrasi dan mempengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran, kemiringan dasar saluran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

**Gambar 2.** Pengukuran Kemiringan Saluran

Koefisien Penyebaran Hujan (β)

Koefisien penyebaran hujan merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran.

Tabel 7. Koefisien Penyebaran Hujan (Hadihardjaja, 1997)

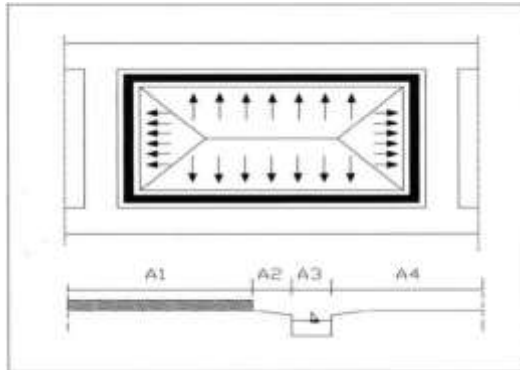
Luas daerah pengaliran (km ²)	Koefisien penyebaran hujan (β)
0,00 – 4,00	1,000
5,00	0,995
10,00	0,980
15,00	0,955
20,00	0,920
25,00	0,875
30,00	0,820
50,00	0,500

(Sumber : Hadihardjaja, 1997)

Luas Daerah Tangkapan Air Hujan (Catchment Area)

Catchment Area adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dapat dibuang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama.

Agar air dapat dialirkan dengan optimal dan efektif maka perlu ditentukan *Catchment Area*, sehingga sistem pengalirannya sesuai dengan kondisi *Catchment Area* (Sri Harto Br, 1995).



Gambar 3. Catchment Area (SNI 03-3424-1994)

Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidrolis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapannya. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria - kriteria perencanaan berdasarkan kaidah - kaidah hidrolika.

Kapasitas Saluran (QRencana)

Kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ke titik hilir. Debit hujan yang di analisa menjadi debit aliran untuk mendimensi saluran. Besar kapasitas saluran drainase dihitung berdasarkan kondisi *steady flow* menggunakan rumus Manning.

Besarnya nilai kekasaran dasar berdasarkan Manning dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Koefisien Kekasaran Manning

Jenis Saluran	Koefisien Kekasaran Manning (n)
1. Saluran Galian	
a. Saluran tanah	0,022
b. Saluran pada batuan, digali merata	0,035
2. Saluran dengan Lapisan Perkerasan	
a. Lapisan beton seluruhnya	0,015
b. Lapisan beton pada kedua sisi saluran	0,020
c. Lapisan blok beton	0,017
d. pracetak	0,020
e. Pasangan batu dipilester	
f. Pasangan batu, dipilester pada kedua sisi saluran	0,022
g. Pasangan batu, disiar	0,025
a. Pasangan batu kosong	0,030
b. Saluran Alam	
c. Berumput	
Semak – semak Tak beraturan, banyak semak dan pohon, batang pohon banyak jatuh ke saluran	0,27
	0,050
	0,015

(Sumber : Notodihardjo,1998)

Hubungan Kemiringan Selokan Samping Jalan (I) terhadap jenis material dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 9. Hubungan (I) dengan Jenis Material

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping (I %)
Tanah asli	0,0 – 5,0
Kerikil	5,0 – 7,5
Pasangan	7,50

Tinggi Jagaan (W)

Tinggi jagaan untuk saluran terbuka dengan permukaan diperkeras (linning) ditentukan berdasarkan pertimbangan - pertimbangan sebagai berikut :

- Ukuran saluran
- Kecepatan pengaliran
- Arah dan belokan saluran
- Debit banjir
- Gelombang permukaan akibat tekanan aliran sungai

Tabel 10. Standar Tinggi Jagaan

No	Debit (m ³ /dt)	Tinggi jagaan minimum (W)
1.	0 – 0.3	0.30
2.	0.3 – 0.5	0.40
3.	0.5 – 1.5	0.50
4.	1.5 – 15.0	0.60
5.	15 – 25	0.75
6.	25	1.00

Analisa Dimensi Saluran

Persamaan Desain Penampang Saluran Rumus yang digunakan :

$$Q = A \times V \quad (4)$$

$$b = n \times h \quad (5)$$

$$n = b/h \quad (6)$$

$$h = b/n \quad (7)$$

$$B = b \times 2m$$

$$A = (b + mh) \frac{h}{1 + m^2} \quad (8)$$

$$P = b + 2h \quad (9)$$

$$R = A/P \quad (10)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (11)$$

$$I = \frac{V \times n^2}{R^{2/3}} \quad (12)$$

$$H = W \times h \quad (13)$$

Dimana Q adalah Debit Aliran (m³/ detik) ; V adalah Kecepatan Aliran (m/detik) ; A adalah Luas penampang basah saluran (m²) ; R adalah Jari – Jari Hidrolis (m) ; P adalah Panjang Basah saluran (m) ; B adalah Lebar Atas Saluran (m) ; H adalah Tinggi Saluran (m) ; n adalah koefisien kekasaran manning ; b adalah Lebar Dasar Saluran (m) ; h adalah Tinggi Muka Air Saluran (m) ; I adalah Kemiringan Energi (Kemiringan dasar saluran) (%) ; m adalah Kemiringan Talud (1 Vertikal : m Horizontal) ; W adalah Tinggi Jagaan Freeboard (m) .

Tabel 11. Pedoman Perencanaan Drainase

Q (m ³ /det)	b/h	Kemiringan Talud (m)	Keterangan
0,00 – 0,050	-	1;1	b min = 0,3 m
0,050 – 0,150	1	1;1	Langkah perhitungan :
0,150 – 0,300	1	1;1	Q = A.V
0,300 – 0,400	1,5	1;1	Q = debit
0,400 – 0,500	1,5	1;1	A = Luas basah
0,500 – 0,750	2	1;1	V = K.R ^{2/3} .I ^{1/2} (strickler)
0,750 – 1,50	2	1;1	V = kecepatan aliran
1,50 – 3	2,5	1:1,5	Q > 10 m ³ /dt, K = 50
3 – 4,5	3	1:1,5	Q antara 5-10 m ³ /dt, K = 47,5
4,5 – 6	3,5	1:1,5	Q dibawah 5 m ³ /dt, K = 45
6 – 7,5	4	1:1,5	Untuk saluran muka tersier, K = 42,5
7,5 – 9	4,5	1:1,5	Untuk saluran tersier, K = 40
9 – 11	5	1:1,5	Untuk saluran Pasangan, K = 60
11 – 15	6	1:1,5	R = jari-jari hidrolis = A/P (m)
15 – 25	8	1;2	P = keliling basah (m)
25 – 40	10	1;2	I = kemiringan saluran
40 – 80	12	1;2	b = lebar dasar saluran

Analisa Dimensi Gorong – Gorong

Definisi Gorong – gorong

Gorong - gorong adalah bangunan yang dipakai untuk membawa aliran air pembuang yang melewati bawah jalan. Gorong - gorong mempunyai potongan melintang yang lebih kecil daripada luas basah saluran hulu maupun hilir. Sebagian dari potongan melintang mungkin berada diatas muka air. Dalam hal ini gorong - gorong berfungsi sebagai saluran terbuka dengan aliran bebas.

1. Persamaan Desain Penampang Gorong – Gorong

Untuk tujuan perencanaan, gorong-gorong mempunyai ketentuan :

a. Kecepatan aliran

Gorong-gorong pada saluran irigasi, $v = 1,5 - 2,0$ m/dt

Gorong-gorong pada saluran pembuang, $v = 3,0$ m/dt

b. Untuk gorong - gorong segi empat, dapat dibuat dari

Beton bertulang

Pasangan batu dengan plat beton bertulang sebagai penutup

c. Data saluran

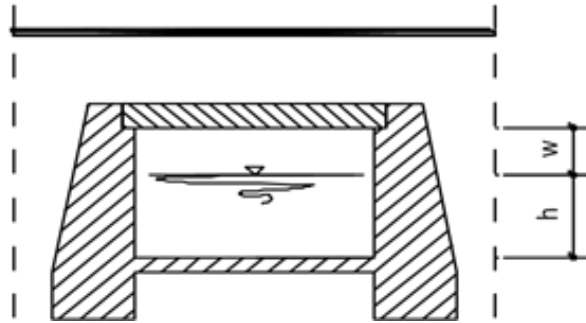
Q , b , A , h , W , V , dan I (dari saluran yang di tinjau)

d. Data jalan

Lebar Jalan, Elevasi muka jalan (dari tnggi muka air saluran), dan Lebar bahu jalan

Tabel 12. Harga Kekasaran Koefisien Stickler (K) Untuk Saluran

Debit Rencana (m^3/det)	$m^{1/3/det}$ K ()
$Q > 10$	45
$5 < Q < 10$	42,5
$1 < Q < 5$	40
$Q < 1$	35



Gambar 4. Penampang Melintang Gorong – Gorong

Analisa Debit Air Limbah

Dalam menentukan besarnya buangan air limbah ($Q_{domestik}$), kita perlu mengetahui besarnya kebutuhan air penduduk dalam tiap – tiap wilayah yang ditinjau. Besarnya kebutuhan air penduduk menurut pedoman badan – badan kesehatan, dibagi sesuai dengan jenis keperluannya sebagai berikut (Sosrodarsono, 2003).

1. Bangunan umum
 - a. Sekolah = 20 liter / orang / hari
 - b. Perkantoran = 30 liter / orang / hari
 - c. Rumah ibadah = 3 m³ / orang / hari
 - d. Rumah sakit = 400 liter / orang / hari
2. Bangunan komersil
 - a. Pertokoan = 1 m³ / toko / hari
 - b. Penginapan = 300 liter / tempat tidur / hari
 - c. Pasar = 25 m³ / gedung / hari
 - d. Bioskop = 5 m³ / gedung / hari
3. Bangunan industri = 10 m³/industri /hari
4. Daerah perumahan = 90 liter/orang /hari

3. METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam proses penelitian ini meliputi : • Studi Literatur • Teknik Observasi Langsung

- a. Data Klimatologi (Curah Hujan) bersumber dari (BMKG) selama 10 tahun terakhir.
- b. Kondisi Eksisting Saluran Drainase.
- c. Luas Tangkapan Hujan.
- d. Data Kependudukan bersumber dari Kelurahan Koya Timur.

Adapun data perencanaan yang diperoleh dibagi sebagai berikut :

- Data Primer

- a. Kondisi eksisting sistem drainase yang ada di lokasi studi.
 - b. Foto dokumentasi kondisi daerah dan saluran drainase yang ditinjau.
 - c. Skema Dan Arah aliran dimensi saluran yang ada di lokasi studi.
- Data Sekunder
- a. Studi Pustaka
 - b. Data Curah Hujan (Klimatologi)
 - c. Data Jumlah Penduduk
 - d. Peta Kontur

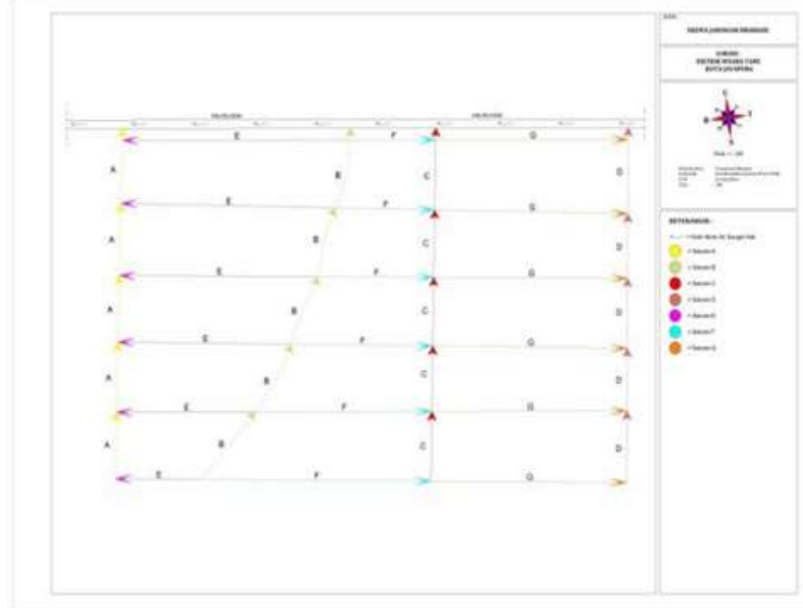
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Sistem Drainase

Kondisi eksisting saluran drainase di Kelurahan Koya Timur masih berupa saluran galian tanah dan belum ada pasangan batu/ beton. Banyak terjadi genangan air di saluran drainase yang disebabkan karena sistem drainase yang kurang baik, elevasi dasar saluran yang tidak sesuai karena pengaruh adanya sedimentasi di saluran, dan adanya sampah atau rumput yang menghambat mengalirnya air dari saluran drainase ke kali / sungai. Berikut contoh kondisi eksisting saluran drainase di Kelurahan Koya Timur sebagai berikut.



Gambar 5. Kondisi Eksisting saluran drainase Kelurahan Koya Timur



Gambar 6. Skema Jaringan Drainase

Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dibutuhkan dalam perhitungan debit curah hujan guna mendapatkan dimensi saluran drainase di suatu daerah.

Analisa Curah Hujan Rencana

Tabel 13. Perhitungan Parameter Statistik untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III

No.	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	$\sum (\text{LogXi} - \bar{\text{LogXi}})^2$	$\sum (\text{LogXi} - \bar{\text{LogXi}})^3$	$\sum (\text{LogXi} - \bar{\text{LogXi}})^4$
1.	2012	242,292		0,000436	0,000019	0,000000
2.	2013	274,208		0,005568	0,000416	0,000031
3.	2014	251,875	2,384	0,001423	0,000054	0,000002
4.	2015	198,542	2,438	0,004304	-0,000282	0,000019
5.	2016	197,625	2,401	0,004572	-0,000309	0,000021
			2,298			
			2,296			
Jumlah (Σ)		1.164,542	11,817	0,016304	0,000113	0,000073
Rata-Rata (\bar{X})		232,908	2,363			

(Sumber : Hasil Perhitungan)

1. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (15)$$

$$= \sqrt{\frac{(0,016304 \text{ mm})}{(5 - 1)}} = 0,064 \text{ mm}$$

2. Koefisien Variasi (Cv)

$$CV = \frac{s}{\log \bar{X}} \quad (16)$$

$$= \frac{0,064 \text{ mm}}{2,363 \text{ mm}} = 0,027$$

3. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\log Xi - \log \bar{X})}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (17)$$

$$= \frac{5 \times (-0,000113 \text{ mm})}{(5 - 1)(5 - 2)(0,064 \text{ mm})^3}$$

$$= \frac{0,002083 \text{ mm}}{0,010829 \text{ mm}} = -0,181$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum (\log Xi - \log \bar{X})^4}{s^4} \quad (18)$$

$$= \frac{\frac{1}{5} \times (0,000073 \text{ mm})}{(0,064 \text{ mm})^4}$$

$$= \frac{(0,0000145 \text{ mm})}{(0,0000166 \text{ mm})} = 0,875$$

Pemilihan Jenis Sebaran

Penentuan jenis sebaran yang dipakai adalah dengan cara analisis. Ketentuan dalam pemilihan distribusi untuk daerah studi tercantum dalam Tabel 15. sebagai berikut :

Tabel 14. Parameter Pemilihan Distribusi Data Curah Hujan

Jenis Sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Log Normal	$Cs = 3 Cv + Cv^2 = 0,159$ $Cv \sim 0,06$	$Cs = -0,181$ $Cv = 0,027$	Kurang Kurang
Log Pearson Type III	$Cs \neq 0$ $Cv \approx 0,3$	$Cs = -0,181$ $Cv = 0,027$	Mendekati Kurang
Gumbel	$Cs \leq 1,14$ $Ck \leq 5,4$	$Cs = -0,069$ $Ck = 0,914$	Kurang Kurang
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = -0,069$ $Ck = 0,914$	Mendekati Mendekati

(Sumber : Hasil Perhitungan)

1. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Normal Dengan menggunakan persamaan:

$$XT = X + KTS \quad (19)$$

Dimana XT adalah Perkiraan nilai dengan periode ulang T-tahunan = Nilai rata-rata curah hujan (mm) ; KT adalah Nilai kala ulang (lihat Tabel 1. Nilai Faktor Frekuensi KT (Nilai Variabel Reduksi Gauss) ; S adalah Standar Deviasi .

Tabel 15. Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum (R24)

Periode Ulang (Tahun)	R24 (mm)
5	261,330
10	276,218
20	288,399
50	302,272

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran (S)

Berikut ini adalah perhitungan untuk mendapatkan kemiringan lahan berdasarkan elevasi beda tinggi di peta topografi dimana rumusnya sebagai berikut :

$$S = \frac{\Delta t}{L} = \frac{(t_2 - t_1)}{L} \times 100\% \quad (20)$$

Tabel 16. Hasil Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran (S)

No.	Titik	Patok	t1 (MDPL)	t2 (MDPL)	Jarak (L) meter	Kemiringan (S) (%)
1	A	P ₀ - P ₁	12.00	11.50	200	0.250
2	A	P ₁ - P ₂	11.50	11.00	200	0.250
3	A	P ₂ - P ₃	11.00	10.60	200	0.200
4	A	P ₃ - P ₄	10.60	9.00	200	0.800
5	A	P ₄ - P ₅	9.00	8.00	200	0.500
6	B	P ₀ - P ₁	14.50	14.00	281	0.178
7	B	P ₁ - P ₂	14.00	13.00	255	0.392
8	B	P ₂ - P ₃	13.00	12.50	221	0.226
9	B	P ₃ - P ₄	12.50	11.80	221	0.317
10	B	P ₄ - P ₅	11.80	11.70	217	0.046
11	C	P ₀ - P ₁	13.80	13.50	200	0.150
12	C	P ₁ - P ₂	13.50	12.90	200	0.300
13	C	P ₂ - P ₃	12.90	12.00	200	0.450
14	C	P ₃ - P ₄	12.00	11.70	200	0.150
15	C	P ₄ - P ₅	11.70	10.50	200	0.600
16	D	P ₀ - P ₁	13.00	12.30	200	0.350
17	D	P ₁ - P ₂	12.30	11.30	200	0.500
18	D	P ₂ - P ₃	11.30	11.00	200	0.150
19	D	P ₃ - P ₄	11.00	10.10	200	0.450
20	D	P ₄ - P ₅	10.10	10.00	200	0.050
21	E	P ₀ - P ₁	14.50	12.00	295	0.847
22	E	P ₂ - P ₃	14.00	11.50	475	0.526
23	E	P ₄ - P ₅	13.00	11.00	600	0.333
24	E	P ₆ - P ₇	12.50	10.60	680	0.279
25	E	P ₈ - P ₉	11.80	9.00	740	0.378
26	E	P ₁₀ - P ₁₁	11.70	8.00	785	0.471
27	F	P ₀ - P ₁	14.50	13.80	785	0.089
28	F	P ₂ - P ₃	14.00	13.50	605	0.083
29	F	P ₄ - P ₅	13.00	12.90	480	0.021
30	F	P ₆ - P ₇	12.50	12.00	400	0.125
31	F	P ₈ - P ₉	11.80	11.70	340	0.029
32	F	P ₁₀ - P ₁₁	11.70	10.50	295	0.407
33	G	P ₀ - P ₁	13.80	13.00	660	0.121
34	G	P ₂ - P ₃	13.50	12.30	660	0.182
35	G	P ₄ - P ₅	12.90	11.30	660	0.242
36	G	P ₆ - P ₇	12.00	11.00	660	0.152
37	G	P ₈ - P ₉	11.70	10.10	660	0.242
38	G	P ₁₀ - P ₁₁	10.50	10.00	660	0.076

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi air hujan mengalir dari hulu ke hilir dapat dihitung dengan rumus Kirpich 1940 :

$$tc = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right) \quad (21)$$

Dimana tc adalah waktu konsentrasi (jam) ; S adalah kemiringan rata - rata daerah lintasan air ; L adalah panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km).

Tabel 17. Waktu Konsentrasi di Saluran A

Saluran Tiap Patokan	Kemiringan Lahan (S)	Panjang Saluran (L) (m)	Waktu Konsentrasi (tc) (jam)
A P ₀ - P ₁	0.250	200	0.033
A P ₁ - P ₂	0.250	200	0.033
A P ₂ - P ₃	0.200	200	0.036
A P ₃ - P ₄	0.800	200	0.021
A P ₄ - P ₅	0.500	200	0.025

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

Berikut ini adalah perhitungannya :

Tabel 18. Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana pada Saluran A

Patok	R ₂₄ (mm)				tc (jam)	I (mm/jam)			
	5	10	20	50		5	10	20	50
A P ₀ -P ₁	261.330	276.218	288.399	302.272	0.033	884.950	935.365	976.614	1023.591
A P ₁ -P ₂	261.330	276.218	288.399	302.272	0.033	884.950	935.365	976.614	1023.591
A P ₂ -P ₃	261.330	276.218	288.399	302.272	0.036	835.690	883.299	922.251	966.614
A P ₃ -P ₄	261.330	276.218	288.399	302.272	0.021	1192.817	1260.771	1316.370	1379.690
A P ₄ -P ₅	261.330	276.218	288.399	302.272	0.025	1057.263	1117.495	1166.775	1222.900

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Catchment Area (A)

Catchment Area adalah suatu daerah tangkapan air hujan yang berfungsi mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke saluran pembuangan kemudian dari saluran pembuangan air tersebut dialirkan ke sungai dan terus menuju laut secara alami. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (Catchment Area) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau.

Tabel 19. Hasil Perhitungan Catchment Area Saluran A

Saluran Tiap Patokan	Panjang Saluran (L) (m)	Panjang Lahan (l1) (m)	Panjang Lahan (l2) (m)	a (m ²)	b (m ²)	c c = a + b	A1 (km ²)	A2 (km ²)	A4 (km ²)	A (km ²)
A P ₀ - P ₁ kanan	200	1.75	0.5	14,750	23,750	38,500	0.00035	0.00010	0.0385	0.039
A P ₁ - P ₂ kanan	200	1.75	0.5	23,750	30,000	53,750	0.00035	0.00010	0.0538	0.054
A P ₂ - P ₃ kanan	200	1.75	0.5	30,000	34,000	64,000	0.00035	0.00010	0.0640	0.064
A P ₃ - P ₄ kanan	200	1.75	0.5	34,000	37,000	71,000	0.00035	0.00010	0.0710	0.071
A P ₄ - P ₅ kanan	200	1.75	0.5	37,000	39,250	76,250	0.00035	0.00010	0.0763	0.077

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Analisa Debit Banjir Rencana (Q)

Untuk menghitung debit banjir rencana, maka metode yang digunakan untuk menghitung perencanaan saluran primer dan saluran sekunder di wilayah studi dipakai adalah Metode Rasional,

Tabel 20. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana yang Terbesar pada Masing – Periode Ulang Titik

Periode Ulang Titik (Patok)	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun
	Debit Banjir Rencana Terbesar (Q) (m ³ /det)			
A (P ₃ - P ₄ kanan)	5.919	6.256	6.532	6.846
B (P ₃ - P ₄ kiri)	4.446	4.699	4.907	5.143

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Analisa Hidrolika

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana dan untuk mencari dimensi hidrolis dari saluran drainase dan bangunan – bangunan pelengkapnnya.

Sebagaimana telah dijelaskan dalam bab II, bahwa salah satu penyebab banjir adalah karena ketidak mampuan penampang dalam menampung debit banjir yang terjadi.

Perencanaan Dimensi Saluran

Tahap berikutnya adalah dengan merencanakan dimensi kebutuhan saluran untuk dapat mengalirkan debit banjir.

Tabel 21. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Drainase Berbentuk Trapesium dengan Debit Banjir Terbesar di Setiap Titik untuk Periode Ulang 5 Tahun

TITIK (Patok)	SALURAN EKSISTING		SALURAN RENCANA										KETERANGAN			
	b (m)	H (m)	Q _{rencana} (m ³ /det)	Talud	V (m/det)	n	h/h	h (m)	b (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)		I (%)	W (m)	H (m)
A (P ₁ -P _{110m})	1.800	1.650	5.919	1;1,5	1,5	0,020	3,5	0,888	3,109	3,946	6,312	0,625	0,00168	0,60	1,488	Perlu di gali untuk menambah tinggi saluran 0,430m dan menambah lebar saluran 1,309m.
B (P ₁ -P _{110m})	1.500	0.600	4.446	1;1,5	1,5	0,020	3	0,812	2,495	2,964	5,361	0,553	0,00198	0,60	1,412	Perlu di gali untuk menambah tinggi saluran 0,812m dan menambah lebar saluran 0,935m.
C (P ₁ -P _{110m})	2.600	0.700	5.115	1;1,5	1,5	0,020	3,5	0,826	2,890	3,408	5,867	0,581	0,00186	0,60	1,426	Perlu di gali untuk menambah tinggi saluran 0,726m dan menambah lebar saluran 0,290m.
D (P ₁ -P _{110m})	1.900	0.500	4.879	1;1,5	1,5	0,020	3,5	0,807	2,825	3,253	5,751	0,568	0,00192	0,60	1,407	Perlu di gali untuk menambah tinggi saluran 0,907m dan menambah lebar saluran 0,925m.
E (P ₁₁ -P _{110m})	1.550	0.950	2.837	1;1,5	1,5	0,020	2,5	0,688	1,719	1,891	4,198	0,450	0,00261	0,60	1,288	Perlu di gali untuk menambah tinggi saluran 0,530m dan menambah lebar saluran 0,169m.
F (P ₁₁ -P _{110m})	2.200	0.600	1.785	1;1,5	1,5	0,020	2,5	0,545	1,363	1,190	3,330	0,357	0,00255	0,60	1,145	Hanya perlu di gali untuk menambah tinggi saluran 0,545m, tidak perlu menambah lebar saluran karena saluran eks- isting lebih lebar dari saluran rencana.
G (P ₁ -P _{110m}) (P ₁ -P _{110m})	2.675	0.400	2.229	1;1,5	1,5	0,02	2,5	0,610	1,524	1,486	3,721	0,399	0,00306	0,60	1,210	Hanya perlu di gali untuk menambah tinggi saluran 0,810m, tidak perlu menambah lebar saluran karena saluran eksisting lebih lebar dari saluran rencana.

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perencanaan Dimensi Gorong – Gorong

Gorong - gorong di desain sesuai dengan letaknya, dimana masing - masing gorong - gorong akan memiliki ukuran yang berbeda berdasarkan debit banjir rencana yang mampu dialirkan. Gorong - gorong berfungsi untuk mengalirkan aliran air yang berasal dari saluran drainase yang memotong jalan menuju sungai yang terdekat. Berikut ini adalah perencanaan dimensi saluran gorong – gorong.

Tabel 22. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Dimensi Gorong - Gorong Pada Saluran Primer untuk Periode Ulang 5 Tahun

Titik (Patok)	GORONG EKSISTING		GORONG - GORONG RENCANA										KETERANGAN	
	b (m)	H (m)	Q _{rencana} (m ³ /det)	V (m/det)	K	h (m)	b (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	I (%)	W (m)		H (m)
A	1.200	1.500	5.919	3.0	42.5	0.993	1.986	1.973	5.959	0.331	0.021756	0.60	1.593	Perlu di gali untuk menambah tinggi gorong 0,093m dan menambah lebar

(P ₃ – P ₄ kanan)															gorong 0,786m.
B (P ₃ – P ₄ kiri)	1.200	1.500	4.446	3.0	40	0.861	1.722	1.482	5.165	0.287	0.029722	0.60	1.461	Perlu di gali untuk menambah lebar gorong 0,522m, tidak perlu menambah tinggi.	
C (P ₄ – P ₅ kanan)	1.200	1.500	5.113	3.0	42.5	0.923	1.846	1.704	5.539	0.308	0.023987	0.60	1.523	Perlu di gali untuk menambah tinggi gorong 0,023m dan menambah lebar gorong 0,646m.	
D (P ₁ – P ₂ kiri)	1.200	1.500	4.879	3.0	40	0.902	1.803	1.626	5.410	0.301	0.027937	0.60	1.502	Perlu di gali untuk menambah tinggi gorong 0,002m dan menambah lebar gorong 0,603m.	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pengolahan data primer dan data sekunder yang dilakukan untuk perencanaan sistem drainase Kelurahan Koya Timur Distrik Muara Tami, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan menggunakan Metode Rasional dan debit banjir rencana yang digunakan untuk menghitung dimensi saluran dan gorong – gorong adalah debit banjir yang terbesar untuk mewakili setiap titik saluran yang ditinjau agar lebih mudah dalam perencanaan.
2. Dapat diketahui elevasi saluran drainase yang mampu mengalirkan debit banjir maksimum dengan menggunakan Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran (S).
3. Dapat diketahui dimensi saluran drainase dan gorong - gorong yang sesuai untuk mengalirkan debit banjir maksimum dengan perhitungan dimensi saluran drainase dan gorong – gorong.

Saran

Adapun saran yang di berikan sebagai berikut :

1. Dalam perencanaan sistem drainase harus menggunakan data curah hujan terbaru atau lima tahun terakhir untuk mengetahui besarnya Intensitas curah hujan yang terjadi.
2. Masyarakat sekitar hendaknya lebih meningkatkan kesadaran akan kebersihan saluran drainase dengan tidak membuang sampah di dalam saluran drainase yang menyebabkan tersumbatnya saluran drainase dan dapat menyebabkan banjir.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar menghitung besarnya kehilangan energi yang terjadi pada saluran drainase dan gorong - gorong, serta menghitung kekuatan strukturnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Chow V. T, 1959. Open Channel Hydraulics, McGraw – Hill.
- Sri Harto Br., 1993, Analisis Hidrologi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Soewarno. 1995, Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data, jilid Pertama, Nova. Bandung.
- Anonim. 1997. Drainase Perkotaan. Penerbit GUNADARMA, Jakarta.
- Jayadi, R. 2000. Pengantar Hidrologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suripin. 2004, Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, ANDI. Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2003, Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta

Bambang Triatmodjo, 2008. Hidrologi Terapan, Beta Offset. Yogyakarta.
Bambang Triatmodjo, 2010, Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta .