

PENATAAN SISTEM DRAINASE DI KAMPUNG TUBIR KELURAHAN PAAL 2 KOTA MANADO

Melisa Massie

Jeffrey S. F. Sumarauw, Lambertus Tanudjaja

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: melisamassie@gmail.com

ABSTRAK

Kampung Tubir adalah salah satu daerah yang terletak di Kelurahan Paal 2 Kota Manado yang merupakan daerah yang sering terjadi genangan. Di beberapa ruas jalan ternyata tidak memiliki saluran, sehingga mengakibatkan adanya genangan air. Oleh Karena itu perlu dibuat saluran untuk menangani genangan air tersebut. Selain itu, saluran existing di lokasi penelitian tidak terhubung dengan outlet sehingga perlu adanya penambahan saluran agar terhubung dengan outlet.

Dalam penelitian ini dilakukan observasi langsung di lapangan untuk mengetahui penyebab permasalahan genangan di daerah tersebut. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data curah hujan yang kemudian dilakukan analisis hidrologi dalam hal ini melakukan uji outlier untuk mengetahui apakah ada data yang outlier. Data yang terkoreksi akan digunakan dalam menghitung parameter statistik, untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan. Berdasarkan parameter statistik, kemungkinan data mengikuti tipe sebaran Log Pearson III dan diperoleh hujan rencana sebesar 213.8 mm yang digunakan untuk menghitung debit rencana. Serta dilakukan analisis hidrolika untuk mendapatkan dimensi hidrolis saluran yang mampu mengakomodir debit rencana.

Dari hasil analisis terdapat 4 ruas saluran eksisting (S1-2, S3-2, S6-7, S10-11) dimana 2 ruas saluran eksisting (S1-2 dan S10-11) sudah tidak memenuhi kapasitas, sehingga dilakukan perubahan dimensi saluran dan penambahan 3 ruas saluran (S4-5, S7-8 dan S8-9). Dibeberapa titik (2-7, 5-10 dan 9-11) tidak terdapat gorong-gorong, sehingga direkomendasikan penambahan 3 buah gorong-gorong (G2-7, G5-10 dan G9-11), serta saluran menuju outlet (S11-12).

Kata kunci : Genangan, Analisis Hidrologi, Analisis Hidrolika

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Drainase merupakan usaha atau tindakan teknis untuk menangani kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, kelebihan air irigasi atau air buangan lainnya sehingga fungsi dari suatu kawasan/lahan tidak terganggu. Sistem drainase menjadi salah satu prasarana untuk menciptakan kehidupan yang bersih dan menyenangkan bagi masyarakat yang tinggal disekitarnya. Sistem drainase yang buruk dapat menimbulkan dampak negatif bagi suatu kawasan/lahan.

Kampung Tubir merupakan salah satu daerah yang terletak di Kelurahan Paal 2 Kota Manado. Seiring dengan berjalannya waktu, aktivitas masyarakat di daerah ini menjadi sangat ramai. Pertumbuhan penduduk yang cukup besar juga sangat mempengaruhi padatnya pemukiman di daerah ini. Fasilitas-fasilitas yang terdapat di daerah ini antara lain pertokoan, gereja, rumah makan dan lain sebagainya.

Berdasarkan informasi yang didapat dari masyarakat di daerah tersebut, bila terjadi hujan dengan durasi satu jam, maka ketinggian air mencapai 50 cm. Setiap ruas jalan daerah ini sudah memiliki saluran, namun saluran yang ada sudah tidak berfungsi dengan baik dan menyebabkan air tidak dapat mengalir dengan lancar. Sehingga apabila terjadi hujan, sering terjadi genangan. Adanya genangan air ini dapat menghambat aktivitas penduduk bahkan dapat menyebabkan terganggunya kesehatan penduduk di daerah tersebut.

Berdasarkan fakta tersebut, diperlukan adanya penataan sistem drainase yang baik di kawasan Kampung Tubir Kelurahan Paal 2 sehingga dapat menanggulangi masalah genangan yang terjadi.

Perumusan Masalah

Keadaan saluran yang sudah tidak efektif mengakibatkan tergenangnya air, sehingga butuh peninjauan kembali terhadap sistem drainase di daerah tersebut.

Pembatasan Masalah

Mengingat perencanaan sistem drainase sangat luas, maka penelitian ini hanya dibatasi pada:

1. Lokasi yang ditinjau adalah wilayah Kelurahan Paal 2, (yang dibatasi oleh saluran utama dekat SPBU Paal 2 dan saluran utama dekat Toko Indah Jaya Perkasa)
2. Genangan yang ditinjau hanya akibat air hujan
3. Luapan air dari sungai Tondano tidak diperhitungkan

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem drainase yang mampu memecahkan masalah drainase di kawasan Kelurahan Paal 2.

Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan solusi kepada pemerintah dan masyarakat dalam penanganan masalah genangan air yang terjadi.

Metode Penulisan

Penelitian ini bersifat studi terapan dimana data yang diperoleh dari survey di lapangan dan informasi dari berbagai sumber dianalisis berdasarkan literatur yang ada.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris “*drainage*” yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalirkan air. Secara umum drainase didefinisikan suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi atau air buangan lainnya sehingga fungsi dari suatu kawasan/lahan tidak terganggu.

Analisis Data Outlier

Data outlier adalah data yang secara statistik menyimpang jauh dari kumpulan datanya. Uji data outlier gunanya untuk mencari data curah hujan yang ada, apakah ada data yang menyimpang jauh dari kumpulan datanya.

Berikut ini adalah syarat untuk pengujian data outlier berdasarkan Koefisien *Skewness* (Cs_{log}):

- Jika $Cs_{log} > 0,4$, maka : Uji data outlier tinggi, koreksi data, uji data outlier rendah, koreksi data.

- Jika $Cs_{log} < -0,4$, maka : Uji data outlier rendah, koreksi data, uji data outlier tinggi, koreksi data.

- Jika $-0,4 \leq Cs_{log} \leq 0,4$, maka : Uji data outlier tinggi dan rendah, koreksi data.

Uji data outlier tinggi dan uji data outlier rendah menggunakan persamaan berikut ini:

a. Uji data outlier tinggi

$$\text{Log } X_h = \overline{\text{log } x} + Kn.S_{log} \tag{1}$$

b. Uji data outlier rendah

$$\text{Log } X_l = \overline{\text{log } x} - Kn.S_{log} \tag{2}$$

dengan :

$\text{log } X_h = \text{high outlier}$ /outlier tinggi (dalam log),

$\text{log } X_l = \text{low outlier}$ /outlier rendah (dalam log),

$\overline{\text{log } x}$ = curah hujan rata-rata dalam log (mm),

Kn = konstanta uji outlier,

S_{log} = standart deviasi (dalam log).

Parameter Statistik

Dalam analisis statistik data, terdapat beberapa parameter yang akan membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat dalam menghitung besarnya hujan rencana. Parameter data yang akan digunakan dapat dibagi dalam beberapa bagian yaitu:

- a) Pengukuran *Central Tendensy (Mean)*

Pengukuran *Central Tendensy* adalah pengukuran yang mencari nilai rata-rata kumpulan variabel (*mean*).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$$

dengan :

\bar{x} = *mean* atau nilai rata-rata,

n = jumlah data (1,2,3....,n),

x_i = data setiap tahun ke- i pengamatan.

Untuk analisis dengan nilai logaritma (analisis data outlier, perhitungan Log-Person III dan Log Normal) maka Persamaan (3) harus diubah lebih dahulu kedalam bentuk logaritma :

$$\overline{\text{log } x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{log } x_i \tag{4}$$

dengan :

$\text{log } x$ = curah hujan rata-rata dalam log (mm),

n = jumlah data (1,2,3....,n),

$\text{log } x_i$ = nilai curah hujan pada tahun pengamatan dalam log (mm).

- b) Standart Deviasi atau Simpangan Baku (S)
 Standart deviasi adalah suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang

dikumpulkan. Standart deviasi adalah parameter pengukuran variabilitas yang paling cocok dalam analisis statistik.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

Perhitungan dengan menggunakan persamaan logaritma maka persamaan (5) harus diubah lebih dahulu kedalam bentuk logaritma.

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2} \quad (6)$$

dengan :

- S = standart deviasi,
- S_{\log} = standart deviasi dalam log,
- n = jumlah data,
- $\log x_i$ = data setiap tahun ke-i pengamatan dalam log,
- $\overline{\log x}$ = curah hujan rata-rata dalam log (mm).

c) Koefisien Variasi (C_v)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standart dengan nilai rata-rata hitungan dari suatu distribusi.

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (7)$$

dengan :

- Cv = koefisien variasi,
- S = standart deviasi,
- \bar{x} = mean atau nilai rata-rata.

d) Pengukuran Kemencengan (*Skewness*)

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi, juga dapat dijadikan pedoman untuk membedakan suatu kurva terhadap kurva lainnya dalam hal kemencengan.

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (8)$$

Perhitungan dengan menggunakan logaritma, maka Persamaan (8) harus lebih dahulu diubah kedalam bentuk logaritma.

$$Cs_{\log} = \frac{n^3 \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \quad (9)$$

dengan :

- C_s = koefisien *Skewness*,
- $C_{s_{\log}}$ = koefisien *Skewness* dalam log,
- n = jumlah data,
- \bar{x} = mean atau nilai rata-rata,
- S = standart deviasi,
- S_{\log} = standart deviasi dalam log,
- $\log x_i$ = curah hujan pada tahun pengamatan ke- i dalam log (mm),
- $\overline{\log x}$ = curah hujan rata-rata dalam log (mm).

e) Pengukuran Keruncingan (Kurtosis)

Koefisien kurtosis dimaksudkan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi.

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (10)$$

$$Ck_{\log} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_{\log}^4} \quad (11)$$

dengan :

- C_k = koefisien kurtosis,
- $C_{k_{\log}}$ = koefisien kurtosis dalam log,
- \bar{x} = mean atau nilai rata-rata,
- S = standart deviasi,
- S_{\log} = standart deviasi dalam log,
- $\log x_i$ = curah hujan pada tahun pengamatan ke-i dalam log (mm),
- $\overline{\log x}$ = curah hujan rata-rata dalam log (mm).

Secara teoritis bila nilai:

- $C_k = 3$, dengan distribusi yang mesokurtis artinya puncaknya tidak begitu runcing dan tidak begitu datar, serta berbentuk distribusi normal.
- $C_k > 3$, dengan distribusi yang leptakurtis artinya puncaknya sangat runcing.
- $C_k < 3$, dengan distribusi yang platikurtis artinya puncaknya lebih datar.

Analisis Hidrologi

Hidrologi merupakan suatu ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat fisik maupun sifat kimianya, serta tahapannya terhadap perilaku manusia. Hidrologi juga dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang terjadinya pergerakan dan distribusi air dibumi, baik diatas maupun dibawah permukaan bumi, tentang sifat fisik dan kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan dan hubungannya dengan kehidupan.

Siklus Hidrologi

Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus dan kita tidak tahu kapan berawalanya dan kapan berakhirnya. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi. Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (*base flow*), sementara total aliran disebut debit (*run off*), air yang tersimpan di waduk, danau dan sungai disebut air permukaan (*surface water*).

Data Curah Hujan

Curah hujan adalah tinggi atau tebalnya hujan dalam jangka waktu tertentu (lamanya pengamatan) yang dinyatakan dalam satuan mm. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi untuk suatu perencanaan drainase perkotaan minimal 10 tahun pengamatan yang diperoleh dari stasiun pencatat curah hujan terdekat di lokasi perencanaan.

Periode Ulang

Periode ulang (*Return of Period*) merupakan hujan dengan jangka waktu tertentu dan intensitas tertentu dianggap bias terjadi atau kemungkinan terjadinya satu kali dalam batas periode yang ditetapkan. Periode ulang untuk perencanaan drainase perkotaan sudah ditetapkan oleh Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum yaitu disesuaikan dengan tipologi kota seperti pada Tabel 1.

Table 1. Periode Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

Kelas Kota	CA (< 10 Ha)	CA (10-100 Ha)	CA (100-500 Ha)	CA (> 500 Ha)
Metropolitan	1	5	10	15
Besar	1	5	5	15
Sedng	1	5	5	10
Kecil	1	1	1	5

Analisis Frekuensi

Dalam ilmu statistik, ada empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi *Gumbel* dan Distribusi Log-Pearson III.

Tipe Distribusi Normal

Tipe distribusi ini mempunyai kurva densitas peluang normal (PDF) berbentuk bell yang simetris dan disebut juga sebagai Distribusi *Gauss*. Persamaan untuk menentukan hujan

rancangan pada persamaan ini adalah sebagai berikut:

$$X_{TR} = \bar{x} + K_T S \tag{12}$$

dengan :

X_{TR} = perkiraan nilai hujan rancangan yang diharapkan terjadi pada periode ulang T-tahunan,

\bar{x} = *mean* atau nilai rata-rata,

K_T = faktor frekuensi (Merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang),

S = standar deviasi.

Tipe Distribusi Log-Normal

Jika variable acak log X terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log-Normal. Persamaan yang digunakan pada distribusi ini adalah sebagai berikut :

$$\log X_{TR} = \overline{\log x} + K_{TR} S_{\log} \tag{13}$$

dengan :

$\log X_{TR}$ = harga rata-rata logaritma dari data variable x,

$\overline{\log x}$ = curah hujan rata-rata dalam log (mm),

K_{TR} = faktor frekuensi karakteristik distribusi log-Normal,

S_{\log} = standart deviasi dalam log.

Tipe Distribusi Gumbel

Tipe distribusi ini umumnya digunakan untuk analisis data maksimum dengan persamaan sebagai berikut :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \tag{14}$$

$$Y_{Tr} = - \ln \left(- \ln \frac{Tr - 1}{Tr} \right) \tag{15}$$

dengan :

Y_n = *reduced mean* yang tergantung pada jumlah sampel / data n

S_n = *reduced standart deviation* yang tergantung pada jumlah sampel / data n,

Y_{Tr} = *reduced variate* yang dapat dihitung dengan persamaan (15),

T_r = periode ulang (kala ulang).

Tipe Distribusi Log-Pearson III

Tipe distribusi ini merupakan hasil transformasi dari distribusi *Pearson III* dengan

merubah variant x menjadi nilai log variant x dengan persamaan sebagai berikut:

$$\log X_{TR} = \overline{\log x} + K_{TR} S_{\log} \quad (16)$$

dengan:

$\log X_{TR}$ = harga logaritmis dari data variable x,

$\overline{\log x}$ = harga rata-rata logaritma dari data variable x,

K_{TR} = faktor frekuensi Pearson yang dapat dilihat dari Tabel Pearson dengan memperlihatkan nilai C_s ,

S_{\log} = standart deviasi dalam log.

Pemilihan Tipe Distribusi

Secara teoritis, langkah awal penentuan tipe distribusi dapat dilihat dari parameter-parameter statistik data pengamatan yaitu C_s , C_v dan C_k . Kriteria pemilihan untuk tipe-tipe distribusi berdasarkan parameter statistik menurut *I Made Kamiana* (2011) adalah sebagai berikut :

a. Tipe Distribusi Normal

$$C_s \approx 0$$

$$C_k \approx 3$$

b. Tipe Distribusi Log-Normal

$$C_s = C_v^3 + 3 C_v \quad (17)$$

$$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 \quad (18)$$

c. Tipe Distribusi *Gumbel*

$$C_s = 1,14$$

$$C_k = 5,4$$

d. Jika tidak ada yang memenuhi, maka mengikuti tipe sebaran distribusi Log-Pearson III.

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Cara umum yang digunakan adalah Uji *Smirnov-Kolmogorov* yang sering disebut Uji Non Parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Langkah-langkah pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data dari yang terbesar hingga yang terkecil ataupun sebaliknya, dan tentukan besar peluang dari masing-masing data tersebut.
2. Urutkan nilai dari masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.
3. Dari kedua nilai peluang, tentukan selisih terbesar antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
4. Berdasarkan table nilai kritis *Smirnov-Kolmogorov Test*, tentukan harga D_0 dari Tabel 2

Tabel 2. Nilai Kritis D_0 Untuk Uji *Smirnov – Kolmogorov*

N	Derajat Kepercayaan (α)			
	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	0.30	0.34	0.40
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	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
$n > 50$	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

Analisis Debit Rencana

Debit rencana merupakan besarnya debit yang direncanakan untuk suatu periode waktu yang direncanakan. Suatu DAS dianggap kecil bila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu. Metode Rasional merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan kecil (DAS kecil).

Persamaan Metode rasional adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A \quad (19)$$

dengan :

Q = debit ($m^3/detik$),

C = koefisien limpasan,

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),

A = *catchment area* (km^2).

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan kedalaman air hujan atau tinggi air hujan per satuan waktu. Intensitasnya dapat dihitung dengan Rumus *Mononobe*:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (20)$$

dengan :

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),

R_{24} = curah hujan maksimum harian,

t_c = waktu konsentrasi.

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh menuju ke titik tinjauan.

Waktu konsentrasi adalah jumlah dari fase lahan dan fase saluran sehingga persamaannya menjadi:

$$t_c = t_l + t_s \tag{21}$$

Fase lahan :

$$t_l = [2/3 \times 3,28 \times L_l \times (\frac{n}{\sqrt{S}})] \tag{22}$$

Fase saluran :

$$t_s = (\frac{L_s}{60V}) \tag{23}$$

dengan:

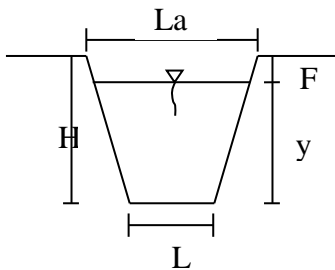
- t_c = waktu konsentrasi (menit),
- t_l = waktu pengaliran dilahan (menit),
- t_s = waktu pengaliran disaluran (menit),
- L_l = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m),
- L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran (m),
- n = koefisien kekasaran Manning,
- S = kemiringan lahan,
- V = kecepatan aliran didalam saluran (m/detik).

Catchment Area

Penentuan catchment area berpatokan pada titik-titik tertinggi permukaan dimana air akan mengalir sampai ketempat yang rendah sesuai alur topografi.

Analisis Hidrolika

Tujuan analisis hidrolika adalah untuk mendapatkan dimensi penampang dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapny.



dengan :

- La = lebar atas saluran,
- Lb = lebar dasar saluran,
- H = tinggi saluran,
- F = tinggi jagaan,
- y = jarak vertikal dari titik terendah saluran terhadap permukaan air.

Perencanaan Dimensi Saluran

Dalam perencanaan saluran, dimensinya dapat diubah sesuai dengan kebutuhan debit rencana. Untuk aliran seragam, dapat diselesaikan dengan Rumus *Manning* :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} . S^{1/2} \tag{24}$$

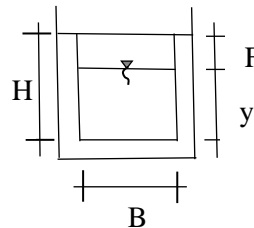
$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} . S^{1/2} \tag{25}$$

dengan :

- V = kecepatan rata-rata (m/detik),
- n = koefisien kekasaran *Manning*,
- A = luas penampang basah (m^2),
- R = jari-jari hidrolis (m),
- S = kemiringan dasar saluran,
- Q = debit saluran (m^3 /detik).

Gorong-gorong

Gorong-gorong merupakan saluran tertutup (pendek) yang sangat diperlukan untuk mengalirkan air melewati jalan raya, jalan kereta api, atau timbunan lainnya.



Parameter luas untuk penampang basah gorong-gorong berbentuk empat persegi panjang:

$$A = B . y \tag{26}$$

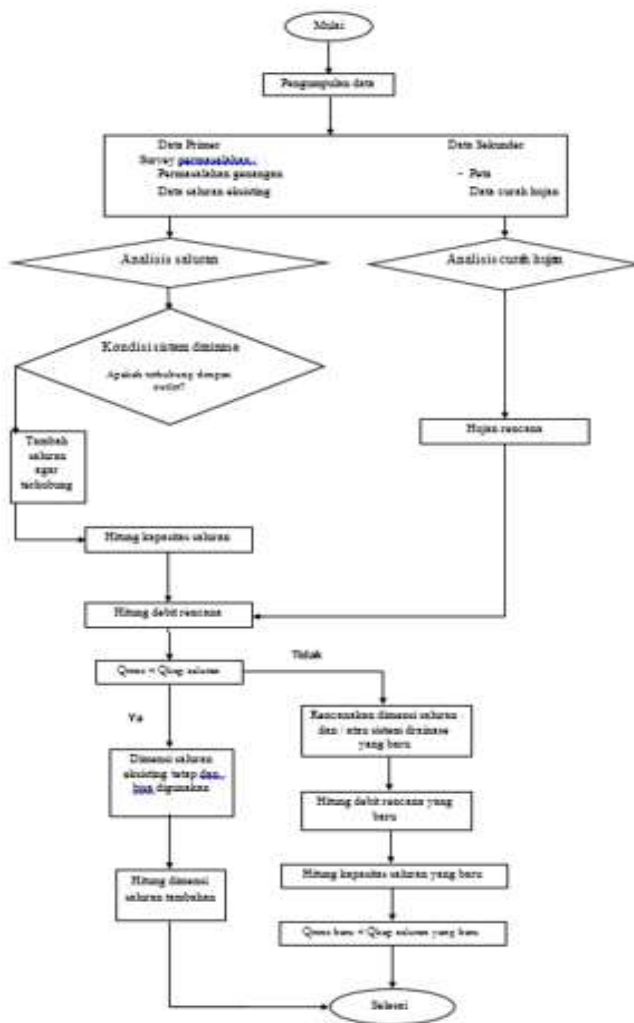
Persamaan debit untuk gorong-gorong :

$$Q = \mu . A . V \tag{27}$$

dengan :

- A = luas penampang gorong-gorong (m^2),
- B = lebar gorong-gorong (m),
- y = kedalaman air di gorong-gorong (m),
- d = diameter gorong-gorong (m),
- μ = koefisien debit,
- V = kecepatan aliran dalam gorong-gorong (m/detik),
- Q = Debit (m^3 /detik).

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Data curah hujan

Tabel 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Tikala Sawangan

No.	Tahun Pengamatan	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/hari)
1.	2003	100.7
2.	2004	321.6
3.	2005	120.4
4.	2006	75.5
5.	2007	203.7
6.	2008	103
7.	2009	130.8
8.	2010	100.3
9.	2011	123
10.	2012	116

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

Analisis Data Outlier

Tabel 4. Pengujian Data Outlier

m	xi (mm)	log xi	(log xi - log \bar{x})	(log xi - log \bar{x}) ²	(log xi - log \bar{x}) ³
1	100.7	2.0030	-0.1033	0.0107	-0.0011
2	321.6	2.5073	0.4010	0.1608	0.0645
3	120.4	2.0806	-0.0257	0.0007	0.0000
4	75.5	1.8779	-0.2284	0.0521	-0.0119
5	203.7	2.3090	0.2027	0.0411	0.0083
6	103	2.0128	-0.0935	0.0087	-0.0008
7	130.8	2.1166	0.0103	0.0001	0.0000
8	100.3	2.0013	-0.1050	0.0110	-0.0012
9	123	2.0899	-0.0164	0.0003	0.0000
10	116	2.0645	-0.0418	0.0018	-0.0001
Σ	1395	21.0630	0.0000	0.2873	0.0577
(\bar{x})	139.5	2.1063			

Sumber : Hasil Perhitungan

Mean

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \times 1395 = 139.5 \text{ mm}$$

Standar deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10-1} \times 0.2873} = 0.1787$$

Koefisien Skewness

$$C_{S_{\log}} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} = \frac{10 \times 0.0577}{(10-1)(10-2)(0.1787)^3} = 1.4064$$

Dari perhitungan diperoleh $C_{S_{\log}} = 1.4064$

Syarat :

- Jika $C_{S_{\log}} > 0.4$, maka : Uji data outlier tinggi, koreksi data, uji data outlier rendah, koreksi data.
- Jika $C_{S_{\log}} < -0.4$, maka : Uji data outlier rendah, koreksi data, uji data outlier tinggi, koreksi data.
- Jika $-0.4 \leq C_{S_{\log}} \leq 0.4$, maka : Uji data outlier tinggi dan rendah, koreksi data.

Dari syarat yang ada, $1.4064 > 0.4$ sehingga dilakukan uji outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.

Uji outlier tinggi :

Untuk $n = 10$ tahun, $Kn = 2.036$

$$\log X_h = \overline{\log x} + Kn.S_{\log}$$

$$\log X_h = 2.1063 + (2.036 \times 0.1787) = 2.4700$$

$$X_h = 10^{2.4700} = 295.15 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh $X_h = 295.15$ mm sehingga data tertinggi yang diijinkan hanya

sebesar 295.15mm. Data tertinggi yang ada adalah tahun 2004 sebesar 321.6mm dimana data tersebut merupakan data outlier tinggi sehingga data harus dikoreksi.

Tabel 5. Data yang Dikoreksi

No.	Tahun Pengamatan	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/hari)
1.	2003	100.7
2.	2004	295.15
3.	2005	120.4
4.	2006	75.5
5.	2007	203.7
6.	2008	103
7.	2009	130.8
8.	2010	100.3
9.	2011	123
10.	2012	116

Keterangan : Data yang berwarna merah adalah data yang dikoreksi.

Tabel 6. Perhitungan Koreksi Data

m	x_i (mm)	$\log x_i$	$(\log x_i - \log \bar{x})$	$(\log x_i - \log \bar{x})^2$	$(\log x_i - \log \bar{x})^3$
1	100.7	2.0030	-0.0995	0.0099	-0.0010
2	295.15	2.4700	0.3675	0.1350	0.0496
3	120.4	2.0806	-0.0219	0.0005	0.0000
4	75.5	1.8779	-0.2246	0.0505	-0.0113
5	203.7	2.3090	0.2064	0.0426	0.0088
6	103	2.0128	-0.0897	0.0081	-0.0007
7	130.8	2.1166	0.0140	0.0002	0.0000
8	100.3	2.0013	-0.1013	0.0103	-0.0010
9	123	2.0899	-0.0127	0.0002	0.0000
10	116	2.0645	-0.0381	0.0015	-0.0001
Σ	1368.55	21.0257	0.0000	0.2586	0.0443
(\bar{x})	136.855	2.1026			

Sumber: Hasil perhitungan

Mean

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \times 1368.55 = 136.855 \text{ mm}$$

Standar deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10-1} \times 0.2586} = 0.1695$$

Koefisien Skewness

$$C_{S_{\log}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} = \frac{10 \times 0.0443}{(10-1)(10-2)(0.1695)^3} = 1.2623$$

Uji outlier rendah

Untuk $n = 10$ tahun, $K_n = 2.036$

$$\log X_1 = \log \bar{x} - K_n \cdot S_{\log}$$

$$\log X_1 = 2.1026 - (2.036 \times 0.1695) = 1.7574$$

$$X_1 = 10^{1.7574} = 57.2069 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh $X_1 = 57.2069$ mm sehingga data terendah yang diijinkan hanya sebesar 57.2069 mm. Data terendah yang ada adalah tahun 2006 sebesar 75.5 mm sehingga tidak terdapat data yang outlier rendah, maka data yang ada dapat digunakan.

Tabel 7. Data Curah Hujan Terkoreksi

No.	Tahun Pengamatan	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/hari)
1.	2003	100.7
2.	2004	295.15
3.	2005	120.4
4.	2006	75.5
5.	2007	203.7
6.	2008	103
7.	2009	130.8
8.	2010	100.3
9.	2011	123
10.	2012	116

Syarat Pemilihan Tipe Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

Tipe Distribusi Normal

$$C_s \approx 0$$

$$C_k \approx 3$$

Tipe Distribusi Log-Normal

$$C_s = C_v^3 + 3 C_v$$

$$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$$

Tipe Distribusi Gumbel

$$C_s = 1,14$$

$$C_k = 5,4$$

Jika tidak ada yang memenuhi, maka mengikuti tipe sebaran distribusi Log-Pearson III.

Parameter Statistik

Mean (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{10} \times 1368.55 = 136.855 \text{ mm}$$

$$\log \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i = \frac{1}{10} \times \log 136.855 = 0.2136 \text{ mm}$$

Standart Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{10-1} \times 38013.9323} = 64.9905$$

Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{64.9905}{136.855} = 0.4749$$

Pengukuran Kemencengan (Skewness)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times 3882840.5134}{(10-1)(10-2)(64.9905)^3} = 1.9646$$

Pengukuran Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times 667113608.3593}{(10-1)(10-2)(10-3)(64.9905)^4} = 0.7419$$

$$C_{k_{log}} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_{log}^4} = \frac{10^2 \times 0.0229}{(10-1)(10-2)(10-3)0.1695^4} = 7.4293$$

Tabel 8. Tinjauan Kesesuaian Tipe Distribusi

No.	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan
1.	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	$C_s = 1.96$ $C_k = 0.74$
2.	Log Normal	$C_s = C_s^2 + 3 C_s$ $= 1.51$ $C_k = C_s^2 - 6 C_s + 15 C_s^4 - 18 C_s^2 - 3$ $= 7.33$	$C_s = 1.26$ $C_k = 7.42$
3.	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.40$	$C_s = 1.96$ $C_k = 0.74$

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Parameter Statistik

Dari Tabel 8. di atas terlihat bahwa parameter statistik dari data tidak ada yang memenuhi syarat dari Distribusi Normal, Log Normal maupun *Gumbel*, sehingga kemungkinan data yang ada mengikuti tipe Distribusi Log *Pearson* III

Tabel 9. Nilai Teoritis Distribusi Log *Pearson* III

T (Tahun)	Kr	S	1/T (%)	Log X	XrR
1.0101	-1.201	0.1787	99	1.882681	76.3
1.25	-0.818	0.1787	80	1.951213	89.4
2	-0.179	0.1695	50	2.072253	118.1
5	0.746	0.1695	20	2.229019	169.4
10	1.341	0.1695	10	2.32991	213.8
25	2.065	0.1695	4	2.452559	283.5
50	2.583	0.1695	2	2.540493	347.1
100	3.083	0.1695	1	2.625174	421.9

Sumber: Hasil Perhitungan

Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

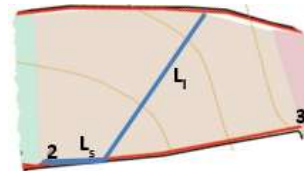
Dalam analisis ini diambil derajat kepercayaan sebesar 0.05 dengan N=10 sehingga diperoleh $D_0 = 0.41$. Dari kertas probabilitas peluang pengamatan terbesar diperoleh $D_{max} = 0.143$ sedangkan peluang teoritis (syarat uji *Smirnov-Kolmogorov*) $D_0 = 0.41$.

Dari hasil analisis diatas diperoleh $0.143 < 0.41$ ($D_{max} < D_0$) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tipe sebaran yang diperoleh memenuhi syarat uji *Smirnov-Kolmogorov*.

Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan Persamaan Rasional.

Contoh perhitungan adalah sebagai berikut: (mis: Saluran 3 – 2)



- Luas daerah pelayanan saluran adalah 0.002718 km^2 ,
- Panjang lintasan aliran di lahan (L_L) adalah 45 m,
- Panjang lintasan aliran di saluran (L_S) adalah 13 m,
- Kemiringan lahan (S) adalah 0.008187,
- Nilai koefisien *run off* dengan lahan perumahan (daerah *single family*) maka nilainya diambil 0.5,
- Koefisien kekasaran *Manning* adalah 0.011

maka diperoleh :

- Waktu konsentrasi di saluran
 $t_c = t_L + t_s$
 $t_L = \left[\frac{2}{3} \times 3.28 \times L_L \times \left(\frac{n}{\sqrt{S}} \right) \right]$
 $= \left[\frac{2}{3} \times 3.28 \times 45 \times \left(\frac{0.011}{\sqrt{0.008187}} \right) \right]$
 $= 11.96293 \text{ menit}$

$$t_s = \left(\frac{L_s}{60 V} \right) = \left(\frac{13}{60 \times 0.4} \right)$$

$$= 0.541667 \text{ Menit}$$

$$t_c = 11.96293 + 0.541667$$

$$= 12.504257 \text{ menit} = 0.20841 \text{ jam}$$

- Intensitas hujan
 Intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan Rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{213.8}{24} \left(\frac{24}{0.20841} \right)^{2/3}$$

$$I = 210.85875 \text{ mm/jam}$$

- Debit rencana yang didapat
 $Q = 0.278 C I A$
 $Q = 0.278 \times 0.5 \times 210.85875 \times 0.002718$
 $Q = 0.07966 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 10. Perhitungan Debit Rencana

Nama Saluran	Luas Catchment (A) (Km)	L _L (m)	L _S (m)	C	S	V (m ³ /det)	n	t _L (menit)	t _S (menit)	t _C (jam)	I (mm/jam)	Q _{limpasan} dari sekitar saluran (m ³ /det)	Q _{dari saluran dibagian hulu} (m ³ /det)	Q _{rencana} (m ³ /det)
S (1-2)	0.002707	37	39	0.5	0.01741	0.4	0.011	6.744964	1.625	0.139499	275.56394	0.10369		0.10369
S (3-2)	0.002718	45	13	0.5	0.008187	0.4	0.011	11.96293	0.541667	0.20841	210.85875	0.07966		0.07966
G (2-7)														0.18335
S (6-7)	0.000765	34	29	0.5	0.008217	0.4	0.011	9.021721	1.208333	0.170501	241.05685	0.02563		0.02563
S (7-8)	0.000271	19	10	0.5	0.000715	0.4	0.011	17.0957	0.416667	0.291873	168.45148	0.00635	0.20898	0.21533
S (8-9)	0.0004	16	17	0.5	0.014265	0.4	0.011	3.222251	0.708333	0.06551	456.10697	0.02536	0.21533	0.24069
G (9-11)														0.34219
S (10-9)	0.00051	23	19	0.5	0.011754	0.4	0.011	5.102784	0.791667	0.098241	348.13089	0.02468	0.07682	0.10150
G (5-10)														0.07682
S (4-5)	0.001962	37	19	0.5	0.014833	0.4	0.011	7.307311	0.791667	0.134983	281.67695	0.07682		0.07682
S (11-12)	0.00071	35	15	0.5	0.0114	0.4	0.011	7.884804	0.625	0.14183	272.53676	0.02690	0.34219	0.36908

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 11. Perhitungan Debit Saluran Existing dan Kontrol terhadap Debit Rencana

Nama saluran	Dimensi (m)			S	F	y (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	Q _{kapasitas} (m ³ /det)	Q _{rencana} (m ³ /det)	Q _{kapasitas} > Q _{rencana}
	L _a	L _b	H											
S (1-2)	0.41	0.4	0.3	0.01741	0.2	0.1	0.016667	0.040167	0.600028	0.06694	0.011	0.07943	0.10369	Tidak memenuhi
S (3-2)	0.45	0.43	0.6	0.008187	0.2	0.4	0.016667	0.174667	1.230111	0.14199	0.011	0.39104	0.07966	Memenuhi
S (6-7)	0.45	0.43	0.6	0.008217	0.2	0.4	0.016667	0.174667	1.230111	0.14199	0.011	0.39176	0.2563	Memenuhi
S (10-9)	0.3	0.28	0.3	0.011754	0.2	0.1	0.033333	0.028333	0.480111	0.05901	0.011	0.04233	0.10150	Tidak memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 12. Perhitungan Debit Saluran Baru dan Kontrol terhadap Debit Rencana

Nama saluran	Dimensi (m)			S	F	y (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	Q _{kapasitas} (m ³ /det)	Q _{rencana} (m ³ /det)	Q _{kapasitas} > Q _{rencana}
	L _a	L _b	H											
S (1-2)	0.4	0.3	0.4	0.01741	0.2	0.2	0.125	0.065	0.703113	0.09245	0.011	0.15941	0.10369	Memenuhi
S (4-5)	0.4	0.3	0.4	0.014833	0.2	0.2	0.125	0.065	0.703113	0.09245	0.011	0.14714	0.07682	Memenuhi
S (7-8)	0.7	0.65	0.7	0.000715	0.2	0.5	0.035714	0.333929	1.650638	0.2023	0.011	0.27974	0.21533	Memenuhi
S (8-9)	0.4	0.3	0.5	0.014265	0.2	0.3	0.1	0.099	0.902993	0.10964	0.011	0.24623	0.24069	Memenuhi
S (10-9)	0.4	0.3	0.4	0.011754	0.2	0.2	0.125	0.065	0.703113	0.09245	0.011	0.13098	0.10150	Memenuhi
S (11-12)	0.5	0.4	0.6	0.0114	0.2	0.4	0.083333	0.173333	1.202773	0.14411	0.011	0.46246	0.36908	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Hidrolika

Analisis Kapasitas Saluran Existing

Contoh perhitungan untuk saluran 3 – 2 :

- Lebar atas (L_a) = 0.45
- Lebar bawah (L_b) = 0.43
- Tinggi (H) = 0.60
- Jagaan (F) = 0.2

Dengan mengambil koefisien kekasaran saluran 0.011 dan kemiringan saluran 0.008187, maka diperoleh :

- Kemiringan

$$m = \frac{L_a - L_b}{2H} = \frac{0.45 - 0.43}{2 \times 0.60} = 0.016667$$

- Luas penampang basah

$$A = [L_b + (my)] y$$

$$= [0.43 + (0.0167 \times (0.6 - 0.2))] \times (0.6 - 0.2)$$

$$= 0.174667 \text{ m}^2$$

- Luas keliling basah

$$P = L_b + 2y \sqrt{1 + m^2}$$

$$= 0.43 + 2 \times 0.4 \times \sqrt{1 + 0.0167^2}$$

$$= 1.230111 \text{ m}$$

- Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.174672}{1.2301} = 0.14199 \text{ m}$$

- Kapasitas debit saluran

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0.011} \times (0.174672 \times 0.14199^{2/3})$$

$$\times 0.008187^{1/2}$$

$$= 0.3910421 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh $Q_{kaps} > Q_{renc}$ ($0.3910421 \text{ m}^3/\text{det} > 0.07966 \text{ m}^3/\text{det}$) maka dapat disimpulkan bahwa saluran mampu mengakomodir debit rencana.

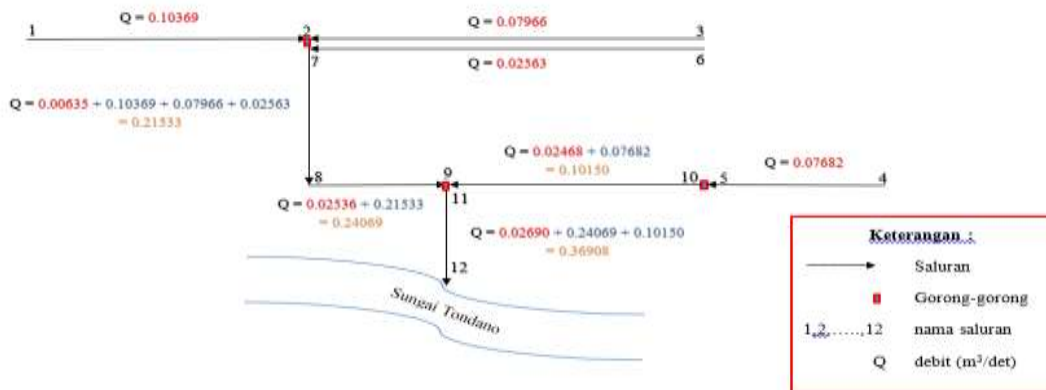
Tabel 13. Perhitungan Dimensi Gorong-gorong

Gorong - gorong	B	Y	L	S	y = Y - 0,2	μ	n	A	P	R	Q _{kapasitas}	Q _{total}	Keterangan
G - A (2-7)	0.5	0.6	4	0.0025	0.4	0.8	0.011	0.2	1.3	0.15385	0.20881	0.18335	Memenuhi
G - B (5-10)	0.4	0.5	6	0.0025	0.3	0.8	0.011	0.12	1	0.12000	0.10616	0.07682	Memenuhi
G - C (9-11)	0.6	0.7	4	0.0025	0.5	0.8	0.011	0.3	1.6	0.18750	0.35737	0.34219	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 2. Lokasi Kampung Tubir Kelurahan Paal 2 Kota Manado



Gambar 3. Sistem Jaringan

Analisis Kapasitas Dimensi Saluran Baru

Saluran yang direncanakan berbentuk trapesium dengan asumsi aliran yang terjadi adalah aliran seragam.

Contoh perhitungan untuk saluran 8 – 9 :

Direncanakan :

- Lebar atas (La) = 0.40
- Lebar bawah (Lb) = 0.30
- Tinggi (H) = 0.50

Dengan mengambilkoeffisien kekasaran saluran 0.011 dan kemiringan saluran 0.014265, serta jagaan 0.2 maka diperoleh :

- Kemiringan

$$m = \frac{La-Lb}{2H} = \frac{040 - 0.30}{2 \times 0.50} = 0.1$$
- Luas penampang basah

$$A = [L_b + (my)] y$$

$$= [0.30 + (0.1 \times (0.50 - 0.2))] \times (0.50 - 0.2) = 0.099 \text{ m}^2$$

- Luas keliling basah

$$P = Lb + 2y \sqrt{1 + m^2} = 0.30 + 2 \times (0.50-0.2) \times \sqrt{1 + 0.1^2} = 0.902993 \text{ m}$$
- Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.099}{0.902993} = 0.10964 \text{ m}$$
- Kapasitas debit saluran

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{0.011} \times (0.099 \times 0.10964^{2/3}) \times 0.014265^{1/2} = 0.24623 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh $Q_{kaps} > Q_{renc}$ ($0.24623 \text{ m}^3/\text{det} > 0.24069 \text{ m}^3/\text{det}$) maka dapat disimpulkan bahwa saluran mampu mengakomodir debit rencana.

Dimensi Gorong-gorong

Penampang Persegi (*Duicker*) G-A (2-7)

Gorong-gorong direncanakan dengan tinggi 0.6 m dan lebar 0.5 m dan panjang saluran 4 m dan nilai koefisien debit (μ) 0.8 untuk gorong-gorong berbentuk kotak (*duicker*), maka diperoleh :

$$y = Y - 0.2 = 0.6 - 0.2 = 0.4$$

$$A = B \times y = 0.5 \times 0.4 = 0.2 \text{ m}^2$$

$$P = B + 2y = 0.5 + (2 \times 0.4) = 1.3$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.2}{1.3} = 0.15385$$

$$Q = 0.8 \times \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$= 0.8 \times \frac{1}{0.011} \times 0.2 \times 0.15385^{2/3}$$

$$\times 0.0025^{1/2}$$

$$= 0.20881 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan dimensi gorong-gorong dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 14. Hasil Perencanaan Dimensi Saluran dan Gorong-gorong

Nama saluran	Qkapasitas (m ³ /det)	Qrencana (m ³ /det)	Qkapasitas > Qrencana
S (1-2)	0.15941	0.10369	Memenuhi
S (3-2)	0.39104	0.07966	Memenuhi
G (2-7)	0.20881	0.18335	Memenuhi
S (6-7)	0.39176	0.02563	Memenuhi
S (7-8)	0.27974	0.21533	Memenuhi
S (8-9)	0.24623	0.24069	Memenuhi
G (9-11)	0.35737	0.34219	Memenuhi
S (10-9)	0.13098	0.10150	Memenuhi
G (5-10)	0.10616	0.07682	Memenuhi
S (4-5)	0.14714	0.07682	Memenuhi
S (11-12)	0.46246	0.36908	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Pembahasan

Tahapan perencanaan sistem drainase di Kampung Tubir Kelurahan Paal 2 Kota Manado adalah dengan membuat sistem drainase dengan asumsi akibat dari hujan lokal disekitar kawasan tersebut. Dimulai dengan mengumpulkan data berupa data primer (masalah genangan dan data saluran eksisting di lokasi penelitian) dan data sekunder (peta yang diambil dari *google earth* dan data curah hujan yang diambil dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I).

Analisis Saluran Existing

Dari data primer yang diperoleh dilakukan analisis terhadap kondisi saluran existing serta

masalah genangan di lokasi penelitian. Di beberapa ruas jalan ternyata tidak memiliki saluran, sehingga mengakibatkan adanya genangan air. Oleh Karena itu perlu dibuat saluran untuk menangani genangan air tersebut. Selain itu, saluran existing di lokasi penelitian tidak terhubung dengan outlet sehingga perlu adanya penambahan saluran agar terhubung dengan outlet.

Analisis Hidrologi

Dari data curah hujan yang diperoleh dilakukan analisis data outlier untuk mengetahui apakah ada data yang outlier atau tidak. Setelah dianalisis, ternyata ada data yang outlier tinggi (321.6 mm/hari) sehingga harus dikoreksi. Data yang terkoreksi akan digunakan dalam menghitung parameter statistik, untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan.

Berdasarkan parameter statistik, tidak ada data yang memenuhi syarat dari Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal dan Distribusi gumbel, sehingga kemungkinan data yang ada mengikuti sebaran tipe Distribusi Log *Pearson* III. Dari hasil analisis diperoleh curah hujan rencana sebesar 216.2 mm, kemudian hitung debit rencana pada setiap saluran sesuai dengan daerah tangkapan.

Analisis Hidrolika

Analisis ini diperlukan untuk mengetahui kapasitas dari setiap saluran kemudian dikontrol terhadap debit rencana sehingga dapat dilihat apakah kapasitas saluran mampu untuk mengakomodir debit rencana.

Berdasarkan hasil analisis terdapat 4 ruas saluran eksisting (S1-2, S3-2, S6-7, S10-11) dimana 2 ruas saluran eksisting (S1-2 dan S10-11) sudah tidak memenuhi kapasitas, sehingga dilakukan perubahan dimensi saluran dan penambahan 3 ruas saluran (S4-5, S7-8 dan S8-9). Dibeberapa titik (2-7, 5-10 dan 9-11) tidak terdapat gorong-gorong, sehingga direkomendasikan penambahan 3 buah gorong-gorong (G2-7, G5-10 dan G9-11), serta saluran menuju outlet (S11-12).

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem drainase di Kampung Tubir Kelurahan Paal 2 Kota Manado perlu ditata kembali

- melalui perbaikan saluran dan penambahan saluran.
2. Dari 4 ruas saluran eksisting yang ada (S1-2, S3-2, S6-7, S10-9), terdapat 2 ruas saluran (S1-2 dan S10-9) yang dimensinya tidak memenuhi kapasitas sehingga dilakukan perubahan dimensi saluran.
 3. Penambahan 3 ruas saluran (S4-5, S7-8 dan S8-9) dan 3 gorong-gorong (G2-7, G5-10 dan G9-11) yang baru termasuk saluran menuju outlet (S11-12)

Saran

Sistem drainase akan berfungsi dengan baik bila terpelihara, oleh karena itu disarankan:

1. Perlu adanya pembersihan saluran yang dilakukan secara rutin oleh pemerintah dan masyarakat Kampung Tubir Kelurahan Paal 2 Kota Manado
2. Pemerintah dan masyarakat harus menjaga kebersihan lingkungan dengan tidak membuang sampah pada saluran maupun sungai sehingga tidak mengganggu fungsi dari sistem drainase.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Sungai Sulawesi I, 2013. *Data Curah Hujan Stasiun Tikala-Sawangan*. Manado.
- Chow V. T., 1959. *Open Channel Hydraulics*, McGraw – Hill.
- Kamiana I Made, 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik Untuk analisa Data*, Jilid Pertama, Nova. Bandung.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.