

PENATAAN SISTEM DRAINASE DESA TAMBALA KECAMATAN TOMBARIRI KABUPATEN MINAHASA

Sabar Sihombing

Jeffrey S. F. Sumarauw, Lambertus Tanudjaja

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: sabarsihombing14@gmail.com

ABSTRAK

Desa tambala merupakan desa yang berada di kabupaten Minahasa yang sering mengalami genangan banjir akibat sistem drainase yang kurang baik, sehingga memerlukan penanganan terhadap masalah drainase yang terjadi di desa tersebut.

Dengan melihat permasalahan yang terjadi di Desa Tambala, maka perlu dilakukan beberapa cara untuk mengatasinya, yaitu dilakukan dengan observasi lapangan untuk mengetahui penyebab terjadinya genangan banjir, selanjutnya di buat suatu rencana untuk mengatasi masalah drainase yang terjadi di desa tersebut. Kemudian lakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan debit rencana (Q_{renc}) agar bisa mengetahui curah hujan yang jatuh di daerah tersebut. Setelah itu lakukan analisis hidrolika untuk mendapatkan debit kapasitas (Q_{kaps}) yang dapat menampung debit yang masuk disaluran. Jika hasil analisis $Q_{kaps} < Q_{renc}$, maka dilakukan perubahan sistem drainase atau penambahan saluran sehingga debit yang ada bisa di tampung oleh saluran, dan jika $Q_{kaps} > Q_{renc}$ maka penanganan selesai.

Berdasarkan hasil analisis di Desa Tambala terdapat 13 saluran eksisting dan semua saluran yang ada belum mampu menampung debit yang ada, sehingga perlu dilakukan perbaikan-perbaikan agar saluran yang ada mampu menampung debit yang ada serta penambahan 13 saluran yang baru karena sebagian besar dari Desa Tambala belum memiliki saluran sehingga menyebabkan daerah tersebut sering mengalami genangan banjir.

Kata kunci : Hujan, Banjir, Genangan, Drainase, Debit rencana, Debit Kapasitas.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Desa Tambala merupakan salah satu daerah pinggiran pantai yang terletak di kabupaten Minahasa Kecamatan Tombariri. Desa ini sering mengalami genangan/banjir setiap saat musim hujan. Menurut informasi yang di dapat dari masyarakat sekitar ketika hujan turun sering terjadi genangan di beberapa titik di Desa Tambala, sehingga aktifitas masyarakat di daerah tersebut sering terganggu pada setiap saat musim hujan.

Desa Tambala pada dasarnya sudah memiliki sistem drainase, namun sistem drainase yang ada belum dapat berfungsi dengan baik yang di akibatkan dari kecilnya saluran dan belum adanya saluran di beberapa tempat di Desa Tambala sehingga menimbulkan masalah genangan/banjir di Desa Tambala.

Pentingnya penataan kembali dan peningkatan fungsi jaringan sistem drainase di Desa Tambala segera dilakukan agar supaya sistem drainase yang ada di daerah tersebut bisa

berjalan efektif dengan tujuan mengatasi permasalahan banjir yang mengganggu aktifitas masyarakat sekitarnya dan genangan dengan segala akibatnya, dapat dikurangi bahkan sebisa mungkin dihilangkan.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penulisan tugas akhir ini didapat rumusan masalah yaitu, adanya genangan yang terjadi di Desa Tambala sehingga mengganggu aktifitas masyarakat di daerah tersebut.

Pembatasan Masalah

Pada penulisan skripsi ini masalah dibatasi pada :

1. Akibat sedimen tidak dibahas.
2. Pembahasan dan analisis hanya akibat air hujan

Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi masalah sistem drainase di Desa Tambala.
2. Merencanakan sistem drainase yang tepat di Desa Tambala.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan sistem drainase yang tepat, sehingga dapat di aplikasikan di Desa Tambala dan membuat masyarakat lebih nyaman dari keadaan daerah yang sering terjadi genangan banjir.

LANDASAN TEORI

Sistem drainase

Drainase berasal dari bahasa inggris yaitu 'drainage' yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Dalam bidang teknik sipil drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu.

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan adalah analisis awal atau penyelidikan awal data curah hujan sebelum diolah untuk dipergunakan pada analisis selanjutnya. Mengingat hujan yang terjadi sangat bervariasi terhadap tempat atau titik saja, maka diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata – rata curah hujan.

Parameter Statistik

Untuk menyelidiki susunan data kuantitatif dari sebuah variabel statistik, maka akan sangat membantu apabila kita mendefinisikan ukuran–ukuran numerik yang menjadi ciri data tersebut. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data (*Soewarno*).

1. Mean (\bar{x})

Mean adalah nilai rata – rata dari suatu variabel. Nilai ini hanya dapat digunakan secara menguntungkan apabila sample terdiri dari sejumlah observasi yang tidak terlalu besar. Persamaan yang digunakan adalah :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- \bar{x} = rata – rata,
- Xi = nilai curah hujan pada tahun pengamatan (mm),
- n = banyaknya data.

Persamaan nilai rata–rata untuk data pengamatan dalam nilai log adalah :

$$\overline{\log x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log Xi \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- \bar{x} = rata–rata,
- $\overline{\log x}$ = rata– rata hitung dalam log (mm),
- $\log Xi$ = nilai curah hujan pada tahun pengamatan ke – i dalam log (mm),
- n = banyaknya data,

2. Median

Median adalah nilai tengah dari suatu distribusi atau dapat dikatakan variat yang membagi distribusi frekuensi menjadi 2 bagian yang sama, oleh karena itu peluang (*probability*) dari median selalu 50%.

Untuk data ganjil :

$$k_1 = \frac{n+1}{2} \dots\dots\dots (3)$$

Untuk data genap :

$$k_2 = \frac{n+2}{2} \dots\dots\dots (4)$$

3. Standart Deviasi (S)

Standart deviasi adalah nilai pengukuran disperse terhadap data yang dikumpulkan. Perhitungan standart deviasi dilakukan untuk mengetahui derajat sebaran variat terhadap nilai rata – ratanya.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (5)$$

Standart deviasi data pengamatan dalam nilai log dihitung dengan persamaan :

$$Slog = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{x})^2} \dots\dots\dots (6)$$

4. Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara standart deviasi dengan nilai rata – rata suatu distribusi.

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

dengan : Cv = Koefisien variasi,
 S = Standart deviasi.

Koefisien kemencengan dengan data pengamatan dalam log adalah :

$$Cslog = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - \log \bar{x})}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (8)$$

Pengukuran kemencengan (*skewness*) dinyatakan dengan batasan nilai koefisien kemencengan.

- Cs = 0 , Kurva berbentuk simetris
- Cs > 0 , Kurva condong ke kanan
- Cs < 0 , Kurva condong ke kiri

5. Pengukuran Kurtosis (Ck)

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva ditribusi dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^4}{S^4} \dots\dots\dots (9)$$

Secara teoritis bila nilai :

- Ck = 3, distribusi yang mesokurtis (*mesokurtic*), artinya puncak kurva tidak begitu runcing dan tidak begitu datar serta membentuk kurva normal.
- Ck > 3, distribusi yang (*leptokurtic*), artinya punya kurva sangat runcing.
- Ck < 3, distribusi yang (*platicutic*), artinya puncak kurva lebih datar.

Uji data outlier

Sebelum data pengamatan digunakan dalam metode – metode analisis hidrologi, harus dilakukan perhitungan uji data outlier yang gunanya untuk menilai data curah hujan yang ada. Dalam hal ini data yang terdapat diluar batasan nilai tersebut dinyatakan sebagai data outlier. Dalam satu deretan data pengamatan terdapat data outlier (nilai ekstrim atas, bawah dan kedua – duanya) dapat diketahui menelaah nilai koefisien skewness (Cs) data pengamatn dengan nilai koefisien skewness syarat uji data outlier.

Syarat – syarat untuk pengujian data outlier berdasarkan koefisien skewness (Cslog) adalah sebagai berikut :

- Cslog > 0,4 uji outlier tinggi, koreksi data kemudian,outlier rendah.
- Cslog < -0,4 uji outlier rendah, koreksi data kemudian, outlier tinggi.
- -0,4 ≤ Cslog ≤ 0,4 uji bersama outlier tinggi atau rendah, kemudian koreksi.

Persamaan untuk uji outlier tinggi dan uji outlier rendah yang digunakan adalah sebagai berikut :

Outlier tinggi : $\text{Log } X_h = \text{Log } \bar{x} + K_n \cdot \text{Slog}$ (10)

Outlier rendah : $\text{Log } X_l = \text{Log } \bar{x} - K_n \cdot \text{Slog}$ (11)

dengan :

Cslog = Koefisien skewness,

Slog = Standart deviasi,

Log \bar{x} = Nilai rata – rata log data pengamatan,

Kn = Nilai K (diambil dari tabel outlier test K value), tergantung dari jumlah data yang dianalisis,

Xh = Outlier tinggi,

Xl = Outlier rendah.

Analisis distribusi peluang

Analisis distribusi peluang adalah menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu. Analisis curah hujan yang ada harus sesuai dengan tipe distribusi datanya.

Metode–metode distribusi yang umumnya dipakai adalah :

1. Distribusi normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss.

Rumus : $X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$ (12)

dengan :

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

\bar{X} = nilai rata – rata variant,

S = standart deviasi,

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periodeb ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analsis peluang (nilai variabel Gauss).

2. Distribusi Log – normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal yaitu dengan merubah nilai variat/data pengamatan X menjadi nilai logaritmik Y.

Rumus : $Y = \bar{Y} + K_T \cdot \text{Slog}$ (13)

dengan :

Y = nilai logaritma X yang diharapkan terjadi pada peluang atau perioede ulang tertentu,

\bar{Y} = rata – rata nilai variat dalam log,

Slog = standart deviasi dalam log,

K_T = karakteristik distribusi log normal.

Nilai K dapat diperoleh dari tabel yang merupakan fungsi peluang kumulatif dan periode ulang (nilai variabel Gauss).

3. Distribusi Log – Person III

Person telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep melatar belakanginya pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Distribusi ini masih tetap dipakai karena fleksibilitasnya. (Suripin, 2004).

Tiga parameter penting dalam Log – person III:

1. Harga rata – rata (Log \bar{X})
2. Simpangan baku (Slog)
3. Koefisien kemencengan (Cslog)

Rumus : $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot \text{Slog} \dots\dots (14)$

4. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel pada umumnya dipakai untuk analisis data maksimum.

Rumus : $X = \bar{X} + S \cdot K \dots\dots\dots (15)$

dengan :

\bar{X} = harga rata – rata sampel,

S = standart deviasi,

$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (16)$

Y_n = *Reduced mean*, yang tergantung jumlah sampel/data n,

Y_{tr} = *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$Y_{tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{Tr-1}{Tr} \right\} \dots\dots\dots (17)$

S_n = *Reduced standart deviation*, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data.

Pemilihan tipe distribusi

Pemilihan distribusi adalah untuk mengetahui tipe distribusi dan sifat distribusi yang sesuai dengan data curah hujan yang didapat melalui parameter statistik data. Parameter – parameter yang digunakan adalah C_s , C_v , dan C_k . Kriteria pemilihan distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut.

1. Tipe distribusi normal
 $C_s \approx 0$; $C_k \approx 3$
2. Tipe distribusi log normal
 $C_s \approx C_v^3 + 3 C_v$
 $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 +$
3. Distribusi Gumbell
 $C_s = 1,14$; $C_k = 5,40$
4. Bila ketiga tipe distribusi diatas tidak memenuhi, maka dianggap mengikuti tipe sebaran distribusi Log – Person III.

Tabel 1. Penentuan kurva persamaan distribusi

No	Tipe Distribusi	Persamaan matematis	Kertas peluang	Bentuk kurva	Keterangan
1	Normal	$X_T = \bar{X} + K \cdot S$	Normal	Garis lurus	KTR = nilai variabel reduksi Gauss berdasarkan P (X)
2	Log – Normal	$Y = \bar{Y} + K \cdot \text{Slog}$	Logaritmik	Garis lurus	
3	Gumbel	$X = \bar{X} + S \cdot K$	Gumbel	Garis Lurus	
Apabila tidak memenuhi maka menggunakan tipe distribusi Log – person III					
4	Log – Person III	$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot \text{Slog}$	Logaritmik	Garis Lengkung	KTR = nilai K distribusi person III, hubungan antara C_s dan P (X)

Sumber : Bambang Triatmodio, 2008

Uji kesesuaian distribusi

Pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan dan mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah :

1. Chi – Kuadrat dan,
2. Smirnov – Kolmogorov

Pengujian Chi – Kuadrat

Uji chi – kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis

Uji Smirnov – Kolmogorov

Pengujian ini merupakan pengujian yang sering banyak dipakai, uji kecocokan ini sering juga disebut uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan yang berbeda – beda disebabkan lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan umumnya dihubungkan dengan kejadian dan lamanya curah hujan.

Tabel 2. Nilai kritis Do 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	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : suripin, 2004

Oleh karena itu diperlukan data hujan jangka pendek jam-jaman. data curah hujan harian maka hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (18)$$

dengan:

I = intensitas hujan, (mm/jam),

t = lamanya hujan selama waktu konsentrasi (jam),

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

Periode ulang

Dalam perencanaan drainase sangat perlu ditinjau besarnya curah hujan yang dapat terjadi pada periode ulang tertentu. Kala ulang yang di pakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang direncanakan

Tabel 3. Periode ulang (return period) perencanaan

Kelas kota	Luas Catchment Area (CA) [HA]			
	CA < 10	10 ≤ CA ≤ 100	100 ≤ CA ≤ 500	CA > 500
Metropolitan	2	5	10	25
Besar	2	5	5	15
Sedang	2	5	5	10
Kecil	2	5	2	5

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh dalam catchment area sampai titik yang ditinjau. Untuk saluran air hujan perkotaan, waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan limpasan permukaan untuk mencapai saluran terdekat (t_l) dan waktu pengaliran dalam satuan (t_s).

Persamaan yang digunakan adalah :

$$t_c = t_l + t_s \dots\dots\dots (19)$$

Dimana :

$$t_l = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times l \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right] \dots\dots\dots (20)$$

dan

$$t_s = \frac{Ls}{60.V} \dots\dots\dots (21)$$

dengan:

n = angka kekasaran manning,

S = kemiringan lahan,

L = panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m),

Ls = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m),

V = kecepatan aliran.

Debit rencana

$$Q = 0,278 . C . I . A_{dps} \dots\dots\dots (22)$$

dengan:

Q = debit rencana (m³/det),

C = koef runoff,

A_{dps} = catchment area (Km²),

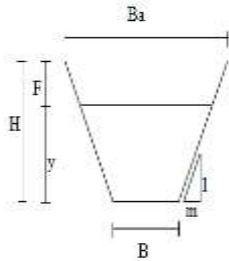
I = intensitas curah hujan.

Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika yang dimaksudkan adalah mencari dimensi penampang saluran yang akan digunakan dalam perencanaan drainase dan bangunan – bangunan pelengkapya.

Penampang hidrolis saluran

- Penampang berbentuk trapesium

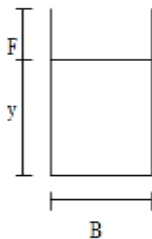


- $A = (B + m \cdot y)y$ (23)
- $P = B + 2y \sqrt{1 + m^2}$ (24)
- $H = y + F$ (25)

dengan:

- y = kedalaman aliran, yaitu jarak vertikal dari dasar saluran yang terendah sampai permukaan,
- B = lebar dasar saluran,
- Ba = lebar atas saluran,
- m = faktor kemiringan dasar saluran,
- F = jagaan,
- P = keliling basah,
- R = jari – jari hidrolis, $R = A/P$,
- A = luas penampang basah,
- H = tinggi total saluran

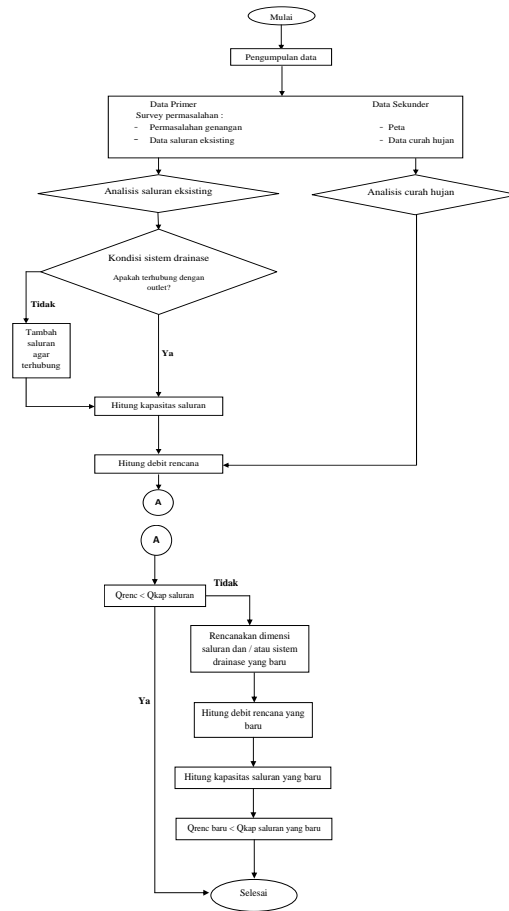
- Penampang berbentuk persegi



- $A = B \cdot y$ (26)
- $P = B + 2 \cdot y$ (27)
- $R = \frac{B \cdot y}{B + 2 \cdot y}$ (28)

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan skripsi:



ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi eksisting saluran drainase

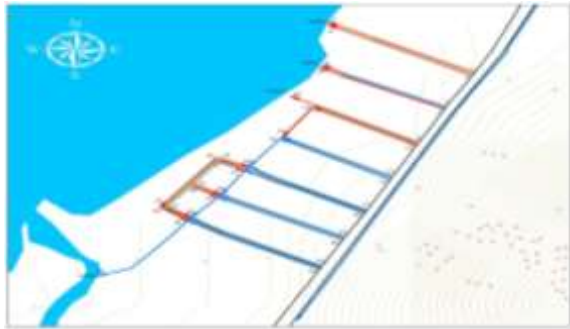
Berdasarkan dari hasil survey yang telah dilakukan di tempat penelitian Desa Tambala, kondisi eksisting drainase yang ada disana kurang baik. Sehingga perlu penataan kembali drainase–drainase yang bermasalah, bahkan jika perlu ada penambahan drainase demi kelancaran sistem drainase yang ada.



Gbr 1. Kondisi eksisting drainase

Penentuan rencana sistem drainase

Setelah melakukan survei dilokasi penelitian maka keadaan eksisting dilokasi bisa diketahui. Dari keadaan yang ada ditemukan bahwa di beberapa lokasi penelitian tidak mempunyai saluran dan saluran-saluran yang ada sangat kecil sehingga membuat daerah tersebut sering mengalami genangan hujan. Hal ini yang menjadi dasar untuk melakukan analisis terhadap drainase yang ada di desa Tambala.



Gbr 2. Rencana sistem drainase

Analisis Hidrologi

Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi adalah data curah hujan harian maksimum pengamatan selama 10 tahun yang diperoleh dari Badan Wilayah Sungai I Manado yang menggunakan pos stasiun terdekat dengan daerah penelitian.

Tabel 4. Data curah hujan

Tahun	Hujan harian max (mm)
2003	157,5
2004	146
2005	98,5
2006	323,2
2007	123
2008	168
2009	98
2010	156
2011	158
2012	136,4

Uji data outlier

Pengujian data outlier dimulai dengan menghitung nilai – nilai parameter statistik, nilai rata – rata, standart deviasi, dan koefisien kemencengan (*Skewness*) dari data yang ada dan data pengamatan diubah dalam nilai log. Pengujian data outlier untuk daerah pengamatan desa Tambala sebagai berikut :

Tabel 5. Analisis data outlier

M	xi (mm)	log xi	(log xi - log x̄)	(log xi - log x̄)²	(log xi - log x̄)³
1	98	1,99123	-0,17853	0,03187	-0,00569
2	98,5	1,99344	-0,17632	0,03109	-0,00548
3	123	2,08991	-0,07985	0,00638	-0,00051
4	136,4	2,13481	-0,03494	0,00122	-0,00004
5	146	2,16435	-0,00540	0,00003	0,00000
6	156	2,19312	0,02337	0,00055	0,00001
7	157,5	2,19728	0,02752	0,00076	0,00002
8	158	2,19866	0,02890	0,00084	0,00002
9	168	2,22531	0,05555	0,00309	0,00017
10	323,2	2,50947	0,33971	0,11541	0,03920
Σ	1564,6	21,69758	0,00000	0,19122	0,02771
(x̄)	156,46	2,16976			

- Nilai rata – rata

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log xi}{n} = \frac{21,6976}{10} = 2,169$$

- Standart deviasi

$$S \log \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum (\log xi - \log x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,19121}{10-1}} = 0,1457$$

- Koefisien kemencengan (*Skewness*)

$$\begin{aligned} \overline{Cslog} &= \frac{n \sum (\log xi - \log x)^3}{(n-1)(n-2)(Slog)^3} \\ &= \frac{10 \cdot 0,0277}{(10-1)(10-2)(0,1457)^3} = 1,24 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di dapat Cs log > 0.4 Maka, uji outlier tinggi kemudian koreksi data lalu uji outlier rendah.

Uji outlier tinggi

$$\text{Log } X_h = \text{Log } \bar{x} + K_n \cdot S_{log}$$

$$n = 10$$

$$K_n = 2,036$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_h &= 2,169 + (2,036 \cdot 1,24) \\ &= 2,466 \end{aligned}$$

$$X_h = 292,77 \text{ mm}$$

Data curah hujan tertinggi yang ada dalam seri data Xi = 323,2 mm sedangkan syarat tertinggi untuk uji outlier tinggi diperoleh Xh = 292,77 mm, dari hasil ini data curah hujan stasiun desa Tara-Tara terdapat outlier tinggi. Untuk penggunaan data selanjutnya digunakan data yang telah terkoreksi Xh = 292,77 mm.

Tabel 6. Data koreksi outlier tinggi

Tahun	Hujan harian max (mm)
2003	157,5
2004	146
2005	98,5
2006	292,77
2007	123
2008	168
2009	98
2010	156
2011	158
2012	136,4

Tabel 7. Hasil data terkoreksi

Tahun	Hujan harian max (mm)
2003	157,5
2004	146
2005	98,5
2006	292,77
2007	123
2008	168
2009	98
2010	156
2011	158
2012	136,4

Dalam perhitungan selanjutnya outlier rendah, menggunakan $\log x$, $S \log \bar{x}$, $Cs \log$ dari hasil koreksi data outlier tinggi.

- Nilai rata – rata

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log xi}{n} = \frac{21,654}{10} = 2,1654$$
- Standart deviasi

$$S \log \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum (\log xi - \log \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1638}{10-1}} = 0,134$$
- Koefisien kemencengan (*Skewness*)

$$Cs \log = \frac{n \sum (\log xi - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S \log)^3}$$

$$= \frac{10 * 0,01464}{(10-1)(10-2)(0,134)^3}$$

$$= 0,827$$

Selanjutnya dilakukan uji outlier rendah untuk mengetahui data yang ada, terdapat data outlier rendah atau tidak.

Uji outlier rendah

Log Xh = Log \bar{x} - Kn * Slog
 n = 10
 Kn = 2,036

Log Xh = 2,165 - (2,036 * 0,134)
 = 1,89
 Xh = 77,78 mm

Data curah hujan terendah yang ada 98 sedangkan syarat terendah uji outlier rendah diperoleh 77,78 mm jadi tidak terdapat data outlier rendah. Maka masih menggunakan data yang tetap.

Parameter statistik

Untuk mengetahui tipe distribusi yang digunakan, terlebih dahulu harus mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Nilai-nilai parameter tersebut seperti berikut:

- a. Rata – rata (Mean)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi = \frac{1534,17}{10} = 153,417$$
- b. Standart deviasi (Simpangan baku)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n 27032,97}{10-1}} = 54,80$$
- c. Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{54,80}{153,417} = 0,357$$
- d. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

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

$$Cs = \frac{10}{(10-1)(10-2) * 54,80^3} * \sum_{i=1}^n (2340126,43)$$

$$Cs = 1,97$$
- e. Koefisien Kurtosis (*Kurtosis Coefficient*)

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

$$Ck = \frac{10}{(10-1)(10-2)(10-3) * S^4} * \sum_{i=1}^n (396623284)$$

$$Ck = 0,877$$

Tabel 8. Perhitungan parameter statistik pengamatan

M	xi (mm)	log xi	(xi - \bar{x})	(xi - \bar{x}) ²	(xi - \bar{x}) ³	(xi - \bar{x}) ⁴	(log xi - log \bar{x})	(log xi - log \bar{x}) ²	(log xi - log \bar{x}) ³
1	98	1,991226	-55,417	3071,04	-170188,04	9431310,57	0,121701783	0,014811324	0,001802565
2	98,5	1,993436	-54,917	3015,88	-165622,91	9095513,41	0,122911938	0,015354168	0,001902565
3	123	2,089905	-30,417	925,19	-28141,62	855983,73	0,220380819	0,048567705	0,010703391
4	136,4	2,134814	-17,017	289,58	-4927,75	83855,59	0,265290078	0,070378826	0,018670894
5	146	2,164353	-7,417	55,01	-408,02	3026,31	0,294828564	0,086923882	0,025627643
6	156	2,193125	2,583	6,67	17,23	44,51	0,323600306	0,104717158	0,033886504
7	157,5	2,197281	4,083	16,67	68,07	277,92	0,327756266	0,107424170	0,035208945
8	158	2,198657	4,583	21,00	96,26	441,16	0,329132795	0,108328397	0,035654428
9	168	2,225309	14,583	212,66	3101,28	45225,93	0,355784989	0,126682959	0,045036317
10	292,77	2,466527	139,353	19419,26	2706131,94	377107604,92	0,597002280	0,356411723	0,212778611
\sum	1534,17	21,65463	0	27032,97	2340126,43	396623284,05	2,9593898	1,0395003	0,4212718
(\bar{x})	153,417	1,869524							

Analisis distribusi peluang

Berdasarkan parameter statistik perkiraan awal tipe distribusi dilakukan dengan melihat syarat –syarat tipe distribusi, yaitu :

1. Tipe distribusi normal
 $C_s \approx 0 ; C_k \approx 3$
2. Tipe distribusi log normal
 $C_s \approx C_v^3 + 3 C_v$
 $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
3. Distribusi Gumbell
 $C_s = 1,14 ; C_k = 5,40$
4. Bila ketiga tipe distribusi diatas tidak memenuhi, maka dianggap mengikuti tipe distribusi Log – Person III.

- Koefisien pengaliran (C)
 Penentuan koefisien pengaliran (C) diperoleh dengan melihat penggunaan lahan pada lokasi perencanaan
- Debit limpasan
 Perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional. Sebagai contoh perhitungan tinjauan diambil pada (saluran 1 – 2).



Tabel 9. Tinjauan distribusi berdasarkan parameter statistik

No	Tipe distribusi	Syarat parameter statistik	Parameter hasil analisis	Keterangan
1.	Distribusi Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s = 1,97$ $C_k = 0,877$	Tidak Memenuhi
2.	Distribusi Log - Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3 C_v$ $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$	$C_s = 1,09$ $C_k = 5,19$	Tidak Memenuhi
3.	Distribusi Gumbell	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,40$	$C_s = 1,97$ $C_k = 5,19$	Tidak Memenuhi
4.	Distribusi Log – Person III	Karena tidak ada yang memenuhi dari ketiga kriteria diatas maka tipe sebaran ini dianggap mengikuti tipe distribusi Log-Person III.		

- Luas daerah pelayanan saluran (DPS) = 0,000976 Km²
- Panjang lintasan aliran di lahan (LL) = 56,6 m
- Panjang lintasan aliran di saluran (LS) = 60 m
- Kemiringan lahan (s) = 0,006783
- Nilai koefisien *run off* = 0,4

- Waktu konsentrasi
 - Waktu konsentrasi di saluran
 $T_s = \frac{L_s}{60.V} = \frac{60}{60.0,4} = 2,5$ menit
 - Waktu konsentrasi di lahan
 $T_l = \left[\frac{2}{3} x 3,28 x l x \frac{n}{\sqrt{s}} \right] = \left[\frac{2}{3} x 3,28 x 115 x \frac{0,013}{\sqrt{0,006783}} \right] = 19,6$ menit
 - Waktu konsentrasi total
 $T_c = T_s + T_l = 0,4$ jam
- Intensitas curah hujan dengan rumus Mononobe
 $I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^3 = \frac{207,4}{24} \left(\frac{24}{0,4} \right)^3 = 140,1$ mm/jam
- Debit limpasan
 $Q = 0,278 C.I.A_{dps} = 0,01520$ m³/det

Tabel 10. Debit rencana

No	Saluran	Luas (DPS) (Km ²)	Panjang saluran (m)	Beda tinggi	Kemiringan dasar saluran (S)	L ₁	L ₂	n	Waktu konsentrasi (T _s) (Menit)	(T _l) (Menit)	C	I	Q (m ³ /det)	Q (m ³ /det)	Q (m ³ /det)
SUB SISTEM 1															
1	S1(1-2)	0,000	115,0	0,78	0,007	60,0	56,6	0,013	2,5	19,6	0,4	140,1	0,015	0,015	
SUB SISTEM 2															
2	S(2-3)	0,002	125,0	0,62	0,005	50,0	70,0	0,013	2,5	21,0	0,4	152,0	0,019	0,020	
SUB SISTEM 3															
3	S(3-4)	0,002	175,0	1,20	0,005	60,0	80,0	0,013	3,5	22,0	0,4	152,0	0,026	0,026	
SUB SISTEM 4															
4	S(7-8)	0,003	90,0	0,20	0,003	60,0	38,0	0,013	2,0	17,0	0,4	172,0	0,020	0,020	
SUB SISTEM 5															
5	S(8-9)	0,003	90,0	0,20	0,003	41,0	43,0	0,013	1,7	17,0	0,4	152,0	0,020	0,020	
SUB SISTEM 6															
6	S(11-12)	0,003	70,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
7	S(12-13)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
8	S(13-14)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
9	S(15-16)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
10	S(16-17)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
11	S(17-18)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
12	S(19-20)	0,003	210,0	0,84	0,004	60,0	70,0	0,013	2,5	21,0	0,4	152,0	0,026	0,026	
13	S(20-21)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
14	S(21-22)	0,003	210,0	0,76	0,003	55,0	57,0	0,013	1,5	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
15	S(21-24)	0,003	270,0	0,95	0,003	55,0	57,0	0,013	1,5	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
16	S(21-25)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
17	S(25-26)	0,003	210,0	0,84	0,003	55,0	57,0	0,013	1,5	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
18	S(26-27)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
19	S(27-28)	0,003	210,0	0,84	0,003	55,0	57,0	0,013	1,5	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
20	S(27-29)	0,003	210,0	0,84	0,003	55,0	57,0	0,013	1,5	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
21	S(29-30)	0,003	100,0	0,20	0,003	50,0	52,0	0,013	1,7	17,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
22	S(31-32)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
23	S(32-33)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
24	S(34-35)	0,003	210,0	0,84	0,003	55,0	57,0	0,013	1,5	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
25	S(35-36)	0,003	210,0	0,84	0,003	55,0	57,0	0,013	1,5	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	
26	S(36-37)	0,003	90,0	0,20	0,003	30,0	32,0	0,013	1,7	15,0	0,4	140,1	0,019	0,019	

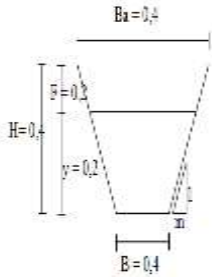
Analisis debit saluran eksisting

- Catchment area
 Catchment area (daerah tangkapan) merupakan luas daerah limpasan yang berpengaruh terhadap suatu saluran.

Analisis Hidrolika

Analisis kapasitas saluran eksisting Analisis dimensi saluran yang dimaksudkan yaitu untuk mengetahui kapasitas debit air yang masuk kedalam saluran.

Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas ditinjau (Saluran 5 – 6). Diketahui dimensi saluran seperti gambar dibawah ini :



$$y = H - F = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ m}$$

$$m = \frac{1}{0,4} \left(\frac{0,4 - 0,4}{2} \right) = 0,00$$

- Luas penampang basah
 $A = (B + m \cdot y)y = (0,4 + ((0,00 * 0,2)) * 0,2 = 0,080$
- Keliling basah
 $P = B + 2y \sqrt{1 + m^2} = 0,4 + 2 * 0,2 * \sqrt{1 + 0,00^2} = 0,800$
- Jari – jari hidrolis
 $R = A/P = 0,080/0,800 = 0,100$
- Kecepatan aliran
 $V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,013} \cdot 0,100^{2/3} \cdot 0,0154^{1/2} = 0,128 \text{ m/det}$
- Debit Kapasitas
 $Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,013} \cdot 0,080 \cdot 0,100^{2/3} \cdot 0,0154^{1/2} = 0,0026 \text{ m}^3/\text{det}$
- Debit Rencana
 $Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A_{dps} = 0,047 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 11. Perhitungan kapasitas saluran

No	Saluran	S	Dimensi			F	y	m	A	P	n	R	V(m/det)	Qkap (m3/det)	Debit rencana	Keterangan
			Ba	B	H											
SUB SISTEM 1																
1	S(1 – 2)	0,00783	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,013296	-
SUB SISTEM 2																
2	S(3 – 4)	0,00391	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,029275	-
SUB SISTEM 3																
3	S(5 – 6)	0,01584	0,40	0,40	0,40	0,20	0,2	0,000	0,080	0,800	0,013	0,100	0,1283	0,0026	0,0476663	tidak ok
SUB SISTEM 4																
4	S(7 – 8)	0,00391	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,029292	-
SUB SISTEM 5																
5	S(9 – 10)	0,00341	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0201327	-
SUB SISTEM 6																
6	S(11 – 12)	0,00252	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,018945	-
7	S(12 – 14)	0,00263	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0278154	-
8	S(13 – 14)	0,00644	0,40	0,40	0,25	0,20	0,1	0,000	0,020	0,500	0,013	0,040	0,0753	0,0001	0,048664	tidak ok
± 14 – 16																
9	S(15 – 16)	0,00829	0,30	0,30	0,27	0,20	0,1	0,000	0,021	0,440	0,013	0,048	0,0824	0,0002	0,053868	tidak ok
10	S(16 – 18)	0,00349	0,37	0,37	0,22	0,20	0,0	0,000	0,007	0,410	0,013	0,018	0,0665	0,0000	0,190872	tidak ok
11	S(17 – 18)	0,01289	0,30	0,30	0,27	0,20	0,1	0,000	0,021	0,440	0,013	0,048	0,0753	0,0002	0,063401	tidak ok
12	S(19 – 18)	0,04090	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,029628	-
± 18 – 21																
13	S(20 – 21)	0,02607	0,65	0,65	0,45	0,20	0,3	0,000	0,163	1,150	0,013	0,141	0,2362	0,0125	0,079967	tidak ok
14	S(22 – 21)	0,00694	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,023080	-
15	S(21 – 24)	0,00307	0,40	0,40	0,20	0,20	0,0	0,000	0,000	0,400	0,013	0,000	0,0000	0,0000	0,399860	tidak ok
16	S(23 – 24)	0,02365	0,40	0,40	0,45	0,20	0,3	0,000	0,120	1,000	0,013	0,120	0,2188	0,0068	0,063471	tidak ok
17	S(25 – 24)	0,04349	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,027348	-
± 21 – 27																
18	S(26 – 27)	0,02467	0,65	0,65	0,45	0,20	0,3	0,000	0,166	1,160	0,013	0,143	0,2540	0,0135	0,059968	tidak ok
19	S(28 – 27)	0,02864	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,026547	-
20	S(27 – 30)	0,01324	1,00	1,00	0,40	0,20	0,2	0,000	0,200	1,400	0,013	0,143	0,1990	0,0111	0,043480	tidak ok
21	S(29 – 30)	0,02179	0,30	0,30	0,20	0,20	0,0	0,000	0,000	0,300	0,013	0,000	0,0000	0,0000	0,063121	tidak ok
22	S(31 – 30)	0,02328	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,019679	-
± 30 – 36																
23	S(32 – 33)	0,00429	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,028367	-
24	S(34 – 36)	0,02567	0,40	0,40	0,40	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,026403	-
25	S(35 – 36)	0,02642	1,00	1,00	0,40	0,20	0,2	0,000	0,200	1,400	0,013	0,143	0,2275	0,0154	0,044450	tidak ok
26	S(36 – 37)	0,00965	1,00	1,00	0,40	0,20	0,2	0,000	0,200	1,400	0,013	0,143	0,1013	0,0103	0,063673	tidak ok

Analisis kapasitas saluran yang baru

Dari hasil analisis didapat saluran yang ada di Desa Tambala Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa belum mampu menampung debit rencana. Maka perlu dibuat saluran baru yang mampu menampung debit rencana dengan dimensi saluran sebagai berikut. Saluran yang ditinjau sebagai contoh perhitungan (Saluran 5 – 6).

Dari hasil perhitungan debit (Q) yang masuk pada saluran S(5-6) didapat Q = 0,0476 m³/det, maka dengan debit yang ada dilakukan penyesuaian dimensi agar dapat menampung debit yang ada. Pada saluran S(5-6) digunakan dimensi saluran seperti berikut:

$$Ba = 0,9 \text{ m}$$

$$B = 0,4 \text{ m}$$

$$H = 0,9 \text{ m}$$

Maka,

$$y = H - F = 0,9 - 0,2 = 0,7 \text{ m}$$

$$m = \frac{1}{0,9} \left(\frac{0,9 - 0,4}{2} \right) = 0,278$$

- Luas penampang basah
 $A = (B + m \cdot y)y = (0,4 + ((0,278 * 0,7)) * 0,7 = 0,416$

- Keliling basah

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

$$= 0,4 + 2 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{1 + 0,278^2}$$

$$= 1,853$$

- Jari – jari hidrolis

$$R = A/P$$

$$= 0,416/1,853$$

$$= 0,2245$$

- Kecepatan aliran

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,013} \cdot 0,2245^{2/3} \cdot 0,015484^{1/2}$$

$$= 0,220 \text{ m/det}$$

- Debit Kapasitas

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

$$= \frac{1}{0,013} \cdot 0,416 \cdot 0,2245^{2/3} \cdot 0,0154^{1/2}$$

$$= 0,067 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Debit Rencana

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A_{dps} = 0,047$$

$$y = Y - F$$

$$= 0,8 - 0,2$$

$$= 0,6 \text{ m}$$

$$A = B \cdot y$$

$$= 1,7 \cdot 0,6$$

$$= 1,02 \text{ m}^2$$

$$P = B + 2 \cdot y$$

$$= 1,7 + 2 \cdot 0,6$$

$$= 2,9$$

$$R = A/P$$

$$= 1,02/2,9 = 0,351$$

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

$$= 0,8 \cdot \frac{1}{0,013} \cdot 1,02 \cdot 0,351^{2/3} \cdot 0,000229^{1/2}$$

$$= 0,47356 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 12. Perhitungan kapasitas saluran baru

No	Saluran	S	Dimensi		F	r	m	A	P	a	R	V(m/det)	Q(kap. m ³ /det)	Debit rencana	Keterangan	
			B	H												
SUB SISTEM 1																
1	S12-21	0,00692	0,70	0,80	0,20	0,2	0,214	0,254	1,422	0,012	0,178	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
SUB SISTEM 2																
2	S12-21	0,00692	0,70	0,80	0,20	0,2	0,214	0,254	1,422	0,012	0,178	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
SUB SISTEM 3																
3	S18-41	0,01584	0,90	1,00	0,20	0,2	0,278	0,316	1,853	0,012	0,225	0,2200	0,0069	0,047665	ok	
SUB SISTEM 4																
4	S12-21	0,00692	0,70	0,80	0,20	0,2	0,214	0,254	1,422	0,012	0,178	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
SUB SISTEM 5																
5	S18-18	0,03941	1,00	1,00	0,20	0,2	0,278	0,316	1,853	0,012	0,225	0,2200	0,0069	0,047665	ok	
SUB SISTEM 6																
6	S11-12	0,00232	1,00	0,50	1,00	0,20	0,8	0,250	0,500	2,140	0,012	0,261	0,0070	0,0000	0,000000	ok
7	S12-14	0,00232	1,00	0,50	1,00	0,20	0,8	0,250	0,500	2,140	0,012	0,261	0,0070	0,0000	0,000000	ok
SUB SISTEM 7																
8	S12-14	0,00232	1,00	0,50	1,00	0,20	0,8	0,250	0,500	2,140	0,012	0,261	0,0070	0,0000	0,000000	ok
SUB SISTEM 8																
9	S15-18	0,00429	0,90	0,80	0,20	0,2	0,278	0,316	1,853	0,012	0,225	0,2200	0,0069	0,047665	ok	
10	S18-18	0,00249	1,50	0,70	1,50	0,20	1,2	0,267	1,260	3,390	0,012	0,300	0,0069	0,02714	0,000000	ok
11	S17-18	0,01209	0,90	0,80	0,20	0,2	0,278	0,316	1,853	0,012	0,225	0,2200	0,0069	0,047665	ok	
12	S15-18	0,00429	0,70	0,80	0,20	0,2	0,214	0,254	1,422	0,012	0,178	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
SUB SISTEM 9																
13	S18-21	0,02367	1,00	0,80	1,00	0,20	0,8	0,250	0,500	2,140	0,012	0,261	0,0070	0,0000	0,000000	ok
14	S12-21	0,00692	0,80	0,80	0,20	0,2	0,250	0,250	1,422	0,012	0,212	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
15	S12-24	0,00207	1,70	0,80	1,70	0,20	1,2	0,267	1,700	5,002	0,012	0,300	0,0069	0,02714	0,000000	ok
16	S12-24	0,00207	0,90	0,80	0,20	0,2	0,278	0,316	1,853	0,012	0,225	0,2200	0,0069	0,047665	ok	
17	S12-24	0,00207	0,80	0,80	0,20	0,2	0,250	0,250	1,422	0,012	0,212	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
SUB SISTEM 10																
18	S12-21	0,00207	0,80	0,80	0,20	0,2	0,250	0,250	1,422	0,012	0,212	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
19	S12-21	0,00207	0,80	0,80	0,20	0,2	0,250	0,250	1,422	0,012	0,212	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
20	S17-20	0,01124	1,70	0,80	1,70	0,20	1,2	0,267	1,700	5,002	0,012	0,300	0,0069	0,02714	0,000000	ok
21	S12-20	0,00279	1,00	0,50	1,00	0,20	0,8	0,250	0,500	2,140	0,012	0,261	0,0070	0,0000	0,000000	ok
22	S11-20	0,00228	0,80	0,80	0,20	0,2	0,250	0,250	1,422	0,012	0,212	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
SUB SISTEM 11																
23	S12-21	0,00429	1,00	0,50	1,00	0,20	0,8	0,250	0,500	2,140	0,012	0,261	0,0070	0,0000	0,000000	ok
24	S12-20	0,00207	0,80	0,80	0,20	0,2	0,250	0,250	1,422	0,012	0,212	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
25	S12-20	0,00207	0,80	0,80	0,20	0,2	0,250	0,250	1,422	0,012	0,212	0,0626	0,0070	0,023066	ok	
26	S12-20	0,00207	1,70	0,80	1,70	0,20	1,2	0,267	1,700	5,002	0,012	0,300	0,0069	0,02714	0,000000	ok

Tabel 13. Perhitungan dimensi gorong-gorong

No	Gorong-gorong	Dimensi		y	S	L	n	μ	A	P	R	Q _{kap}	Q _{renc}	Ket
		B	H											
1	G(14-16)	1,7	0,8	0,6	0,000272	3,5	0,013	0,8	1,02	2,9	0,351724	0,516084	0,278	ok
2	G(18-21)	1,7	0,8	0,6	0,000272	3,5	0,013	0,8	1,02	2,9	0,351724	0,516084	0,278	ok
3	G(24-27)	2	1	0,8	0,000199	3,5	0,013	0,8	1,6	3,6	0,444444	0,809543	0,491	ok
4	G(30-36)	2	1	0,8	0,000199	3,5	0,013	0,8	1,6	3,6	0,444444	0,809543	0,686	ok

Perhitungan dimensi gorong-gorong

Gorong-gorong direncanakan tetap mengacu pada kondisi eksisting gorong-gorong yakni dari pasangan batu dengan pelat beton bertulang diatasnya sebagai penutup. Gorong-gorong yang direncanakan berbentuk persegi (*plat duicker*), namun dimensinya disesuaikan sehingga dapat menampung debit air yang melewati gorong-gorong. Direncanakan gorong-gorong dengan tinggi = 0,8m dan lebar = 1,7m, dengan koefisien debit (μ) = 0,8 untuk gorong-gorong berbentuk persegi, maka didapat:

Pembahasan

- Survei lokasi

Survei lokasi yaitu dimana melakukan survei genangan yang terjadi pada lokasi penelitian dan melihat kondisi eksisting saluran yang ada. Serta melakukan wawancara dengan masyarakat setempat untuk mengetahui secara pasti bahwa lokasi penelitian desa Tambala sering terjadi genangan setiap kali hujan turun.

- Analisis Hidrologi

Dalam proses melakukan analisis hidrologi, maka diperlukan data curah hujan. Data curah hujan yang diambil yaitu data curah hujan harian maksimum dengan data pengamatan selama 10 tahun dari tahun 2003-2012 yang diambil dari badan wilayah sungai sulawesi I (BWWS I) pada stasiun desa Tara-tara, karena merupakan stasiun yang berada paling dekat dengan lokasi penelitian. Dalam analisis hidrologi juga harus dilakukan uji outlier untuk mengetahui apakah ada data yang menyimpang dari data yang diambil dari badan wilayah sungai sulawesi I (BWWS I), ternyata dalam uji outlier terdapat 1 data yang menyimpang yaitu uji outlier tinggi. Nilai data yang ada 323,2 mm setelah dilakukan

uji outlier didapat 292,77 mm. Hal ini dilakukan agar dalam menganalisis data tidak terdapat data yang menyimpang dari data yang ada. Setelah itu dilakukan analisis frekuensi untuk mengetahui hujan rencana dan tipe distribusi yang digunakan. Untuk melihat tipe distribusi yang digunakan maka harus dilakukan analisis dengan melihat syarat-syarat tipe distribusi. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan data yang telah dikoreksi didapat Standart deviasi (S) = 54,8 , Koefisien kemencengan (*Skewness coefficient*) (C_s) = 1,97 , Koefisien kurtosis (C_k) = 0,877 , dan Koefisien variasi (C_v) = 0,357 dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi log-person III, karena data yang ada tidak memenuhi ketiga distribusi yang ada, ketiga distribusi tersebut yaitu:

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Normal
- Distribusi Gumbell

Hujan rencana yang didapat dari hasil analisis didapat $X_{TR} = 220,8\text{mm}$. Untuk mengetahui debit rencana digunakan persamaan rasional untuk mencari debit rencana $Q = 0,278.C.I.A$, karena dalam perhitungan diperlukan intensitas curah hujan maka digunakan persamaan intensitas curah hujan dengan rumus Mononobe berdasarkan waktu konsentrasi, karena dalam perhitungan intensitas diperlukan waktu konsentrasi.

▪ Analisis hidrolika

Pada tahap ini dilakukan analisis hidrolika untuk mengetahui kondisisaluran eksisting yang ada dilokasi penelitian apakah mampu menampung debit air yang masuk di saluran tersebut dengan mengacu pada syarat bahwa $Q_{kaps} > Q_{renc}$. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap drainase yang ada sudah tidak mampu menampung debit air yang masuk di saluran tersebut, ini terjadi karena ada beberapa saluran di desa Tambala, ukuran dimensi salurannya terlalu kecil bahkan ada yang tidak mempunyai saluran. Hal ini sangat berbanding terbalik dengan debit air yang akan masuk di saluran-saluran yang ada. Maka perlu dilakukan perbaikan-perbaikan serta penambahan saluran drainase baru dilokasi penelitian dan pembuatan gorong-gorong karena banyak dari saluran yang

ada fungsinya sudah tidak berjalan dengan baik, maka dengan melihat permasalahan yang ada dilakukan analisis hidrolika. Dari hasil analisis maka dilakukan:

- Membuat sistem drainase yang baru.
- Pembuatan saluran baru, S(1-2), S(3-4), S(7-8), S(9-10), S(11-12), S(12-14), S(19-18), S(22-21), S(25-24), S(26-27), S(31-30), S(32-33), S(36-37).
- Perubahan dimensi saluran drainase terhadap 13 saluran eksisting yang ada, yaitu , S(5-6), S(13-14), S(15-16), S(16-18), S(17-18), S(20-21), S(21-24), S(23-24), S(26-27), S(27-30), S(29-30), S(35-36), S(36-37).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis maka disimpulkan :

- Di desa Tambala sudah memiliki sistem drainase namun sistem itu belum bisa menampung debit air yang masuk disaluran, karena itu masih perlu penambahan saluran yang baru dan serta perubahan dimensi saluran eksisting, agar bisa menampung debit air yang masuk di saluran dengan mempertahankan sistem yang ada.
- Dari tiga belas saluran eksisting yang ada semuanya harus dibuat perubahan dimensi saluran yang baru, S(5-6), S(13-14), S(15-16), S(16-18), S(17-18), S(20-21), S(21-24), S(23-24), S(26-27), S(27-30), S(29-30), S(35-36), S(36-37).
- Penambahan tiga belas saluran yang baru, S(1-2), S(3-4), S(7-8), S(9-10), S(11-12), S(12-14), S(19-18), S(22-21), S(25-24), S(26-27), S(31-30), S(32-33), S(36-37).

Saran

Perlu adanya sosialisasi terhadap masyarakat di tempat itu agar menjaga lingkungan tempat tinggal mereka dan perlunya perawatan saluran secara rutin dari masyarakat serta kesadaran dari masyarakat setempat agar jangan membuang sampah sembarangan terlebih khusus di saluran drainase.

DAFTAR PUSTAKA

BWSS-1 (Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1). 2013. Data Curah Hujan Stasiun Desa Tara-Tara. Minahasa.

Triatmodjo Bambang. 2013. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.

Chow, Ven Te. Hidrolika Saluran Terbuka (*Open Channel Hydraulics*). Erlangga. Jakarta.

Mulyanto. H.R. 2012. Penataan Drainase Perkotaan, Graha Ilmu. Semarang

Repi K.P Young. 2008. Perencanaan Pengembangan Drainase Di Depan Mall Papua Kelurahan Klawuyuk Kota Sorong, Skripsi. Manado

Soewarno. 1995. Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data) Jilid I. NOVA. Bandung.

Suripin. 2004. Sistem Drainase Berkelanjutan, ANDI. Yogyakarta.