

PENATAAN DRAINASE DI JALAN WELONG ABADI KELURAHAN MALENDENG KOTA MANADO

Rolando Atryno Eduard Langi

Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: rolandoatryno@gmail.com

ABSTRAK

Intensitas hujan yang tinggi menyebabkan terjadinya genangan di beberapa titik lokasi kawasan perumahan Jl. Welong Abadi kelurahan Malendeng. Saluran dengan dimensi yang tidak sesuai dan terdapat adanya pendangkalan serta penyumbatan saluran akibat sedimen, mengakibatkan debit yang timbul tidak mampu untuk dilewati seutuhnya. Hal ini membuat konstruksi jalan tidak terlihat baik.

Penataan sistem drainase pada lokasi ini bertujuan untuk merencanakan kapasitas dimensi saluran yang sesuai dan juga menambahkan beberapa ruas saluran baru dengan mempertahankan sistem yang ada. Analisis yang dilakukan meliputi analisis hidrologi dengan jenis sebaran data distribusi normal untuk mendapatkan hasil akhir yaitu debit rencana dengan persamaan rasional. Analisis hidraulika dengan menggunakan persamaan Manning, bertujuan untuk mendapatkan kapasitas saluran yang sesuai dengan melihat kapasitas saluran eksisting dan menambahkan saluran baru dengan perbandingan $Q_{Dimensi} \geq Q_{rencana}$.

Berdasarkan hasil analisis dari lima puluh ruas saluran eksisting terdapat lima belas ruas saluran yang tidak mampu mengalirkan seluruh debit yang ada sehingga dilakukan perubahan dimensi. Diperlukan penambahan tujuh ruas saluran baru sehingga dapat membantu mengalirkan debit pada saluran di lokasi Jl. Welong Abadi kawasan perumahan Welong Abadi kelurahan Malendeng kota Manado.

Kata kunci: Genangan, Kapasitas Dimensi Saluran, Debit rencana, Sistem Drainase.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Permasalahan drainase merupakan kendala yang masih sering didapati pada suatu daerah perkotaan atau kawasan pemukiman, seperti lokasi penelitian yang terdapat di Jl. Welong Abadi, Kelurahan Malendeng, Kecamatan Paal II, Kota Manado.

Dari hasil pengamatan dan wawancara terhadap penduduk di lokasi penelitian, diketahui ada beberapa lokasi di Kawasan Perumahan Jl. Welong Abadi yang sering terjadi genangan ketika datangnya musim hujan dengan intensitas hujan yang tinggi di lokasi tersebut. Kawasan Jalan Welong Abadi ini pada dasarnya sudah memiliki saluran drainase, namun pada kenyataannya ketika musim hujan air masih saja menggenangi permukaan badan jalan di beberapa titik Kawasan Perumahan Jl. Welong Abadi. Bahkan jika air sungai meluap dapat terjadi masalah banjir. Dikarenakan saluran drainase yang ada, tidak mampu mengalirkan debit yang terjadi pada musim hujan. Ditambah lagi belum adanya saluran di beberapa lokasi. Masalah lain

yang terdapat pada saluran yaitu adanya pendangkalan dan penyumbatan saluran akibat sedimen serta dimensi saluran yang tidak sesuai.

Rumusan Masalah

Terjadinya genangan di beberapa lokasi di Kawasan Perumahan Jalan Welong Abadi ketika datangnya musim hujan dengan intensitas yang tinggi. Saluran eksisting tidak mampu mengalirkan debit pada musim hujan, juga belum adanya saluran di beberapa lokasi.

Batasan Penelitian

- Perencanaan sistem drainase hanya dibatasi sampai dimensi hidraulis, dan prasarana drainase akibat curah hujan.
- Perhitungan konstruksi tidak dibahas.
- Banjir yang ditinjau hanya akibat air hujan (luapan air sungai diabaikan)
- Akibat sedimentasi tidak dibahas

Tujuan Penelitian

Merencanakan kapasitas dimensi saluran yang sesuai untuk periode ulang 10 tahun berdasarkan tipologi kota untuk kelas kota

sedang, beserta dengan perencanaan sistem drainase yang sesuai agar nantinya mampu mengalirkan debit pada musim hujan di jalan Welong Abadi kawasan Perumahan Malendeng.

Manfaat Penelitian

Mendapatkan dimensi saluran dan sistem drainase yang sesuai untuk periode ulang 10 tahun berdasarkan tipologi kota sedang, sehingga ketika terjadi musim hujan mampu mengalirkan debit dengan baik, sehingga aktifitas warga di jalan Welong Abadi kawasan Perumahan Malendeng dan pengguna jalan lain-nya tidak terganggu. Mengurangi kerugian-kerugian yang timbul akibat genangan.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris “*drainage*” yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalirkan air. Drainase juga berperan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004). Itulah mengapa drainase menjadi salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat khususnya di perkotaan. Dengan sistem drainase yang baik membuat suatu daerah atau kawasan lebih aman, nyaman, bersih, dan sehat.

Adapun beberapa prinsip dasar yang dapat menjadi patokan dalam merencanakan sistem drainase:

1. Memanfaatkan sistem drainase yang ada semaksimal mungkin, baik saluran-saluran ataupun sungai yang ada.
2. Saluran-saluran baru diusahakan mengikuti alur pengeringan alam ataupun tepi jalan, kecuali memang tidak memungkinkan untuk itu.
3. Air dialirkan secepatnya ke pembuangan terdekat. Jika diperlukan sistem resapan dapat diterapkan.
4. Menghindari sedapat mungkin pembongkaran saluran/bangunan drainase yang sudah ada (eksisting).
5. Menghindari adanya pembebasan tanah yang berlebihan.
6. Mengusahakan pembangunan seekonomis mungkin (investasi ringan) dengan tetap memperhatikan kualitas.

7. Mudah dalam pelaksanaan pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan.

Hujan Rerata

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horisontal bila tidak terjadi evaporasi, *run off* dan infiltrasi (Arifin, 2010). Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi untuk suatu perencanaan drainase minimal 10 tahun pengamatan yang diperoleh dari stasiun pencatat curah hujan terdekat dari lokasi penelitian.

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 (Soewarno, 1995). Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data, yaitu:

- Mean (\bar{X})
- Standar Deviasi (S)
- Koefisien Variasi (C_v)
- Koefisien *Skewness* (C_s)
- Pengukuran Kurtosis (C_k)

Uji Kualitas Data

Data curah hujan yang ada, sebelum digunakan diuji terlebih dahulu kualitasnya. Pengujian meliputi uji *outlier*.

Uji Data *Outlier*

Data *outlier* adalah data yang menyimpang terlalu jauh dari kumpulan datanya, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah. Data *outlier* harus disesuaikan untuk analisis selanjutnya. Pengujian data outlier berdasarkan koefisien skewness ($C_{S_{log}}$).

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

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

Dengan:

$C_{S_{log}}$ = koefisien Skewness (dalam log),

S_{log} = standar deviasi (dalam log),

n = jumlah data,

Log \bar{X} = curah hujan rata-rata dalam log.

Syarat pengujian data *outlier*:

- 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: ujia data *outlier* rendah, koreksi data, uji data *outlier* tinggi, koreksi data.
- Jika $-0.4 < C_{S_{log}} < 0.4$, maka: uji data *outlier* tinggi dan rendah, koreksi data.

Analisis Distribusi Peluang

Analisis distribusi peluang adalah menentukan besaran variabel hidrologi pada perioede ulang tertentu. Analisis curah hujan yang ada harus sesuai dengan tipe distribusi datanya. Metode-metode distribusi yang umumnya dipakai adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log – Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson-III

Penentuan Jenis Sebaran Data

Setiap tipe distribusi memiliki sifat-sifat khas sehingga setiap data hidrologi harus di uji kesesuaiannya dengan sifat masing-masing tipe distribusi tersebut. Tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter statistik data pengamatan lapangan. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tiap distribusi dengan parameter data pengamatan.

Secara teoritis, langkah awal penentuan tipe distribusi dapat dilihat dari parameter-parameter statistik data pengamatan lapangan. Parameter parameter yang dilakukan adalah C_s , C_v , dan C_k . Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Syarat Penentuan Jenis Sebaran

$C_s \approx 0, C_k \approx 3$	Normal
$C_s \approx C_v^2 + 3C_v$	Log Normal
$C_k \approx C_v^3 + 6C_v^2 + 15C_v + 16C_v^2 + 3$	
$C_s \approx 1.14, C_k \approx 5.40$	Gumbell
Jika tidak memenuhi ke tiga syarat di atas	Log Pearson-III

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan diperoleh dengan melakukan analisis data curah hujan, baik secara statistik maupun secara empiris. Analisis intensitas curah hujan diperoleh dari data hujan yang pernah terjadi. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data curah

hujan harian maka hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe (Suripin, 2004).

Periode Ulang

Periode Ulang adalah hujan dengan jangka waktu tertentu dan intensitas tertentu dianggap bisa terjadi atau kemungkinan terjadinya satu kali dalam batas periode yang ditetapkan. Periode ulang untuk perencanaan drainase kota sudah ditetapkan oleh direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum yaitu disesuaikan dengan tipologi kota.

Tabel 2. Periode Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

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

Sumber: Dirjen Pengairan Departemen PU, 1986.

Keterangan: CA = *Catchment Area*.

Catchment Area

Catchment Area adalah daerah cakupan/tangkapan apabila terjadi hujan. Semakin besar *catchment area* maka semakin besar pula debit yang terjadi. Prinsip dasar dari penentuan daerah tangkapan adalah dengan prinsip beda tinggi. Air akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Untuk kawasan yang cenderung datar pembagian *catchment area* dapat diasumsikan terbagi rata pada tiap sisi menuju saluran drainase. Untuk daerah-daerah berbukit, penentuan *catchment area* berpatokan pada titik tertinggi, yang kemudian akan mengalir ke tempat yang rendah berdasarkan alur topografi.

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari satu titik terjauh dalam *catchment area* sampai pada titik yang ditinjau (titik kontrol). Untuk saluran air hujan perkotaan, waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan limpasan permukaan untuk mencapai saluran terdekat (t_1) dan waktu pengaliran dalam saluran (t_s).

Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0.278 .C.I.A_{dps} \tag{3}$$

Dengan:

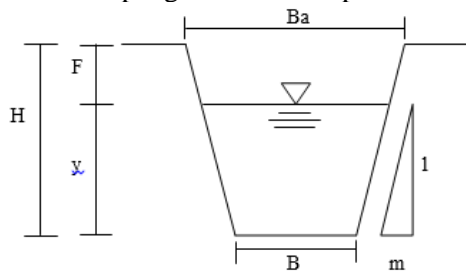
- Q = debit rencana (m³/det),
- C = koefisien *run off*,
- I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),
- A_{dps} = *catchment area* (Ha).

Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidraulis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkap. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria-kriteria perencanaan berdasarkan kaidah-kaidah hidraulika.

Penampang Hidraulis Saluran

- o Penampang berbentuk trapezium

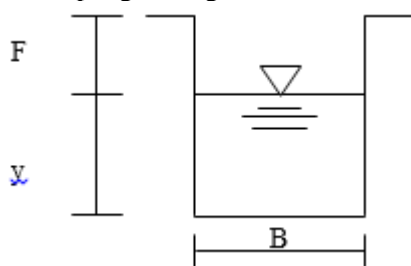


$$A=(B+m.y)y \tag{4}$$

$$P=B+2y\sqrt{1+m^2} \tag{5}$$

$$\text{Tinggi total saluran: } H = y + F \tag{6}$$

- o Penampang Persegi



$$A=B y \tag{7}$$

$$P=B+2 y \tag{8}$$

Keterangan:

- y = kedalaman aliran, yaitu jarak vertikal dari dasar saluran yang terendah sampai permukaan basah,
- B = lebar dasar saluran,
- Ba = lebar atas saluran,
- m = faktor kemiringan tebing

- saluran,
- F = tinggi jagaan,
- P = keliling basah,
- A = luas penampang basah,
- H = tinggi total saluran.

Perencanaan Gorong-gorong

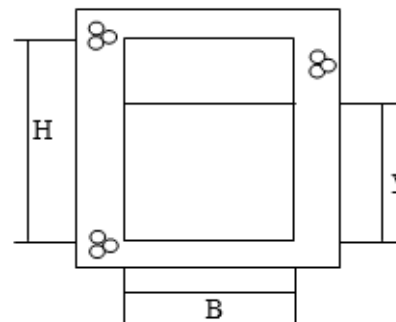
Gorong-gorong merupakan salah satu bangunan pelengkap dalam sistim drainase. Gorong-gorong adalah sarana penyeberangan aliran air apabila di atasnya terdapat jalan atau pelintasan. Gorong-gorong dapat berbentuk lingkaran atau berbentuk segi empat dengan pelat beton di atasnya sebagai penutup dan penahan dari jalan raya.

$$Q =\mu A V \tag{9}$$

$$V =\frac{1}{n}R^{2/3}S^{1/2} \tag{10}$$

$$P =B+2 y \tag{11}$$

- o Bentuk segi empat



Luas dimensi penampang basah aliran di gorong-gorong dihitung dengan persamaan:

$$A=B.y \tag{12}$$

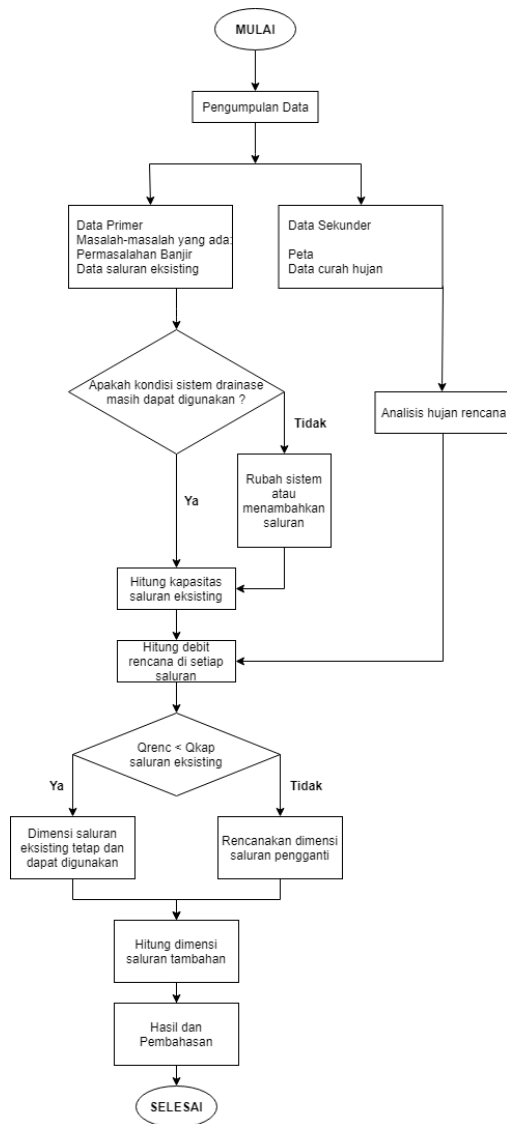
$$P=B+2 y \tag{13}$$

Dimana:

- Q = debit (m³/det),
- μ = koefisien debit,
- B = lebar gorong-gorong (m)
- y = tinggi air di gorong-gorong(m)
- A = luas penampang gorong-gorong (m²),
- V = kecepatan rata-rata aliran di dalam gorong-gorong (m/det),
- S = kemiringan dasar saluran (m),
- g = percepatan gravitasi (g = 9,81 m/det²),
- R = jari-jari hidraulis (m),
- n = koefisien kekasaran Manning.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian:



HASIL DAN PEMBAHASAN

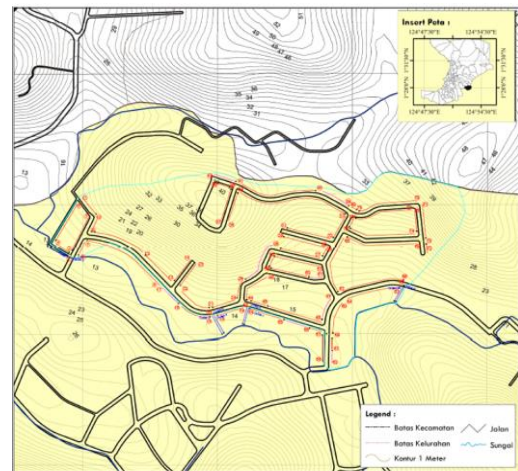
Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Dari hasil pengamatan dan wawancara terhadap penduduk di lokasi penelitian, jalan Welong Abadi, Kelurahan Malendeng, Kecamatan Paal II, Kota Manado didapati beberapa permasalahan sistim drainase, diantaranya:

- Saluran dengan ukuran penampang yang tidak sesuai
- Belum adanya saluran di beberapa titik lokasi



Gambar 1. Kondisi saluran eksisting di lapangan



Gambar 2. Rencana sistem drainase

Analisis Hidrologi

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi adalah data curah hujan harian maksimum dengan pengamatan selama 10 tahun yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I untuk Pos Stasiun Hujan Tikala-Sawangan sebagai stasiun terdekat daerah penelitian.

Tabel 3. Curah hujan harian maksimum stasiun hujan Tikala-Sawangan

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2008	273
2	2009	126
3	2010	272
4	2011	276
5	2012	268
6	2013	250
7	2014	192
8	2015	87
9	2016	193
10	2017	216

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I.

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 di jalan welong abadi Kelurahan Malendeng Kecamatan Paal II Kota Manado sebagai berikut:

Tabel 4. Analisis data outlier

No	X_i (mm)	$\text{Log}X_i$	$\log X_i - \log \bar{x}$	$(\log X_i - \log \bar{x})^2$	$(\log X_i - \log \bar{x})^3$
1	273	2.4362	0.1281	0.01640	0.00210
2	126	2.1004	-0.2077	0.04315	-0.00896
3	272	2.4346	0.1265	0.01600	0.00202
4	276	2.4409	0.1328	0.01764	0.00234
5	268	2.4281	0.1200	0.01441	0.00173
6	250	2.3979	0.0898	0.00807	0.00073
7	192	2.2833	-0.0248	0.00061	-0.00002
8	87	1.9395	-0.3686	0.13585	-0.05007
9	193	2.2856	-0.0225	0.00051	-0.00001
10	216	2.3345	0.0264	0.00069	0.00002
Σ	2153	23.081	0.00000	0.25333	-0.05012
(\bar{x})	215.3	2.3081			

a. Nilai rata-rata

$$\log \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \cdot 23,081 = 2,3081$$

b. Standar deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{0,25333}{10-1}} = 0,1678$$

c. Koefisien kemencengan (*Skewness*)

$$C_{S_{\log}} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,05012)}{9 \times 8 \times (0,1678)^3} = -1,4740$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh $C_{S_{\log}} < -0.4$, maka dilakukan syarat pengujian “uji data outlier rendah, koreksi data, uji data outlier tinggi, koreksi data”.

• Uji outlier rendah

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

Untuk jumlah data curah hujan (n)= 10, maka $K_n = 2,036$

$$\log X_l = 2,3081 - (2,036 \times 0,1678) = 1,9665X_l = 92,5771 \text{ mm}$$

Karena terdapat data curah hujan yang lebih rendah dari syarat uji outlier rendah, maka data tersebut akan diganti atau disesuaikan menjadi data syarat uji outlier rendah (X_l).

Tabel 5. Koreksi data outlier rendah

No	X_i (mm)	$\text{Log}X_i$	$\log X_i - \log \bar{x}$	$(\log X_i - \log \bar{x})^2$	$(\log X_i - \log \bar{x})^3$
1	273	2.4362	0.1254	0.01572	0.00197
2	126	2.1004	-0.2104	0.04428	-0.00932
3	272	2.4346	0.1238	0.01532	0.00190
4	276	2.4409	0.1301	0.01693	0.00220
5	268	2.4281	0.1173	0.01377	0.00162
6	250	2.3979	0.0871	0.00760	0.00066
7	192	2.2833	-0.0275	0.00076	-0.00002
8	92.5771	1.9665	-0.3443	0.11853	-0.04081
9	193	2.2856	-0.0252	0.00064	-0.00002
10	216	2.3345	0.0237	0.00056	0.00001
Σ	2158.5	23.108	0.00000	0.23410	-0.04180
(\bar{x})	215.858	2.3108			

a. Nilai rata-rata

$$\log \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 23,108 = 2,3108$$

b. Standar deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{0,23410}{10-1}} = 0,1613$$

c. Koefisien kemencengan (*Skewness*)

$$C_{S_{\log}} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,04180)}{9 \times 8 \times (0,1613)^3} = -1,384$$

• Uji outlier tinggi

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

Untuk jumlah data curah hujan (n)= 10, maka $K_n = 2,036$

$$\log X_h = 2,3108 + (2,036 \times 0,1613) = 2,6392$$

$$X_h = 435,666 \text{ mm}$$

Karena tidak terdapat data curah hujan yang lebih tinggi dari syarat uji outlier tinggi pada hasil koreksi outlier rendah, maka tidak ada data yang akan diganti atau disesuaikan menjadi data syarat uji outlier tinggi (X_h).

Jadi data tersebut sudah siap untuk digunakan dalam analisis selanjutnya.

Tabel 6. Hasil analisis uji outlier

No	Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2008	273
2	2009	126
3	2010	272
4	2011	276
5	2012	268
6	2013	250
7	2014	192
8	2015	92.6
9	2016	193
10	2017	216

Tabel 7. Analisis parameter statistik data

No	X_i (mm)	$\log X_i$	$\log X_i - \log \bar{X}$	$(\log X_i - \log \bar{X})^2$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	273	2.436	0.125	0.016	57.142	3265.241	186583.326	10661797.758
2	126	2.100	-0.210	0.044	-89.858	8074.409	-725547.915	65196077.088
3	272	2.435	0.124	0.015	56.142	3151.956	176958.030	9934828.330
4	276	2.441	0.130	0.017	60.142	3617.095	217540.335	13083373.041
5	268	2.428	0.117	0.014	52.142	2718.818	141765.385	7391971.224
6	250	2.398	0.087	0.008	34.142	1165.696	39799.516	1358846.440
7	192	2.283	-0.027	0.001	-23.858	569.191	-13579.585	323977.848
8	93	1.967	-0.344	0.119	-123.281	15198.100	-1873630.457	230982237.202
9	193	2.286	-0.025	0.001	-22.858	522.475	-11942.586	272980.222
10	216	2.334	0.024	0.001	0.142	0.020	0.003	0.000
Σ	2158.577	23.108	0.000	0.234	0.000	38283.000	-1862053.949	339206089.154
(\bar{X})	215.858	2.3108						

Parameter Statistik

Dari data pengamatan hasil uji outlier, dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Parameter statistik yang didapat bertujuan untuk mengetahui jenis sebaran distribusi yang akan digunakan. Perhitungan untuk mengetahui nilai-nilai parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari perhitungan pada tabel didapatkan nilai-nilai parameter statistik sebagai berikut:

- Rata-rata (*Mean*)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{2158,577}{10} = 215,858 \text{ mm}$$

- Standar deviasi (*Simpangan Baku*)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \sqrt{\frac{38283,000}{10-1}} = 65,2201$$

- Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{65,2201}{215,858} = 0,3021$$

- Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-1862053,949)}{(10-1)(10-2)65,2201^3} = -0,9322$$

- Koefisien Kurtosis (*Kurtosis Coefficient*)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{65,2201}{215,858} = 0,3021$$

Setelah parameter statistik data didapatkan selanjutnya penentuan jenis sebaran distribusi yang akan digunakan berdasarkan parameter statistik data.

Analisis Distribusi Peluang

Tabel 8. Tinjauan distribusi berdasarkan parameter statistik

No	Tipe Distribusi	Syarat parameter statistik	Hasil Syarat Parameter	Parameter hasil analisis	Keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = -0.9322$	Memenuhi
2	Log-Normal	$Cs \approx Cv^3 + 3 CV$ $Ck \approx Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$	$Cs \approx 0.9340$ $Ck \approx 4.5903$		Tidak Memenuhi
3	Gumbell	$Cs \approx 1.14$ $Ck \approx 5.40$	$Cs \approx 1.14$ $Ck \approx 5.40$	$Ck = 3.7197$	Tidak Memenuhi
4	Log-Pearson III	Bila ke-3 kriteria sebaran distribusi di atas tidak memenuhi.			Tidak Memenuhi

Analisis Debit Saluran Eksisting

Catchment area

Catchment area (daerah tangkapan) merupakan luas daerah limpasan yang berpengaruh terhadap suatu saluran. Daerah limpasan ditentukan berdasarkan kemiringan lahan yang bermuara pada saluran tertentu.

Koefisien pengaliran (C)

Penentuan koefisien pengaliran (C) diperoleh dengan melihat penggunaan lahan pada lokasi perencanaan. Penetapan kepadatan bangunan pemukiman dilakukan dengan melihat kondisi yang ada secara umum. Penetapan koefisien pengaliran (C) merupakan nilai rata-rata yang dapat mewakili kondisi penggunaan lahan yang ada pada kawasan perencanaan.

Debit limpasan

Perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional. Hasil perhitungan diberikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Debit rencana

No	Saluran	Luas DPS (A) (km ²)	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	Kemiringan Dasar Saluran (S) (m/m)	Ls (m)	Ll (m)	n	Waktu Konsentrasi				C	I mm/jam	Q0 (m ³ /det)	Q1 (m ³ /det)	Qt (m ³ /det)
									TL	TS	Tc	Tc					
									(menit)	(menit)	(menit)	(jam)					
SUB SISTEM 1																	
1	S (4-5)	0.000720	59	0.147956	0.002507736	59	51.9	0.013	29.4542	2.458333	31.9125	0.53188	0.40	158.084	0.012665	0	0.012665
2	S (2-4)	0.000209	27	0.00872	0.000329075	27	51.2	0.013	80.16085	1.104167	81.2650	1.35442	0.40	84.773	0.001972	0.012665	0.014638
3	S (2-3)	0.000684	49	0.499096	0.010185637	49	52.7	0.013	14.84522	2.041667	16.8869	0.28145	0.40	241.636	0.018383	0	0.018383
4	G (1-2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03302	0.03302
SUB SISTEM 2																	
5	S (13-14)	0.001356	40	2.616564	0.065414092	40	49.2	0.013	5.468338	1.666667	7.1350	0.11892	0.40	429.140	0.064719	0	0.064719
6	S (12-13)	0.005089	49	0.159072	0.003246363	49	85.8	0.013	42.82369	2.041667	44.8654	0.74776	0.40	125.966	0.07129	0.064719	0.136009
7	S (9-12)	0.003701	65	0.055452	0.000853115	65	87.9	0.013	85.56189	2.708333	88.2702	1.47117	0.40	80.227	0.033013	0.136009	0.169022
8	S (10-11)	0.001823	27	0.06001	0.002222604	27	113.4	0.013	68.35538	1.125	69.4804	1.15801	0.40	94.107	0.019077	0	0.019077
9	S (9-10)	0.000434	20	0.306742	0.015337122	20	97.9	0.013	22.47119	0.833333	23.3045	0.38841	0.40	194.940	0.009398	0.019077	0.028474
10	G (7-9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.197496	0.197496
11	S (7-8)	0.000315	100	0.01761	0.000176103	100	8.5	0.013	18.23875	4.166667	22.4054	0.37342	0.40	200.121	0.007012	0	0.007012
12	S (6-7)	0.000460	23	0.390155	0.016963247	23	20.8	0.013	4.53268	0.958333	5.4910	0.09152	0.40	511.007	0.026153	0.204509	0.230662
SUB SISTEM 3																	
13	S (16-17)	0.000086	27	0.282099	0.010286816	27	8.4	0.013	2.365031	1.142641	3.5077	0.05846	0.40	688.942	0.006611	0	0.006611
14	S (15-16)	0.000114	32	0.022777	0.000701048	32	11.0	0.013	11.79955	1.353762	13.1533	0.21922	0.40	285.434	0.003606	0.006611	0.010218
SUB SISTEM 4																	
15	S (18-19)	0.000110	39	0.232456	0.006035069	39	11.5	0.013	4.191911	1.604899	5.7968	0.09661	0.40	492.874	0.006055	0.274912	0.280967
SUB SISTEM 5																	
16	S (41-42)	0.000284	30	0.051021	0.00167839	30	24.1	0.013	16.69421	1.266609	17.9608	0.29935	0.40	231.906	0.007329	0	0.007329
17	S (40-41)	0.001173	90	3.975162	0.044253194	90	52.0	0.013	7.029635	3.74282	10.7725	0.17954	0.40	326.076	0.042518	0.007329	0.049847
18	S (39-40)	0.000582	36	1.54573	0.042599784	36	26.6	0.013	3.669429	1.511871	5.1813	0.08636	0.40	531.173	0.03439	0.049847	0.084237
19	G (33-39)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.042118	0.042118
20	S (36-38)	0.000660	20	0.051021	0.002551037	20	21.2	0.013	11.90999	0.833333	12.7433	0.21239	0.40	291.523	0.021384	0	0.021384
21	S (36-37)	0.000917	41	0.036311	0.000885632	41	22.0	0.013	21.01113	1.708333	22.7195	0.37866	0.40	198.273	0.020227	0	0.020227
22	G (34-36)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.041611	0.041611
23	S (34-35)	0.000226	39	0.062709	0.001616214	39	4.2	0.013	2.984493	1.616667	4.6012	0.07669	0.40	574.933	0.014473	0	0.014473
24	S (33-34)	0.001039	134	1.54362	0.011562696	134	6.8	0.013	1.792921	5.5625	7.3554	0.12259	0.40	420.523	0.048576	0.056084	0.10466
25	S (32-33)	0.000421	35	0.039119	0.001117694	35	16.5	0.013	14.01542	1.458333	15.4738	0.25790	0.40	256.132	0.011982	0.146778	0.158761
26	S (31-32)	0.002674	55	1.67566	0.030356154	55	37.6	0.013	6.141646	2.3	8.4416	0.14069	0.40	383.628	0.114066	0.158761	0.272827
27	G (29-31)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.272827	0.272827
28	S (29-30)	0.000295	53	1.804337	0.034368323	53	7.2	0.013	1.099527	2.1875	3.2870	0.05478	0.40	719.437	0.023634	0	0.023634
29	G (26-29)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.29646	0.29646
30	S (27-28)	0.000079	18	1.001757	0.055653159	18	16.7	0.013	2.011324	0.75	2.7613	0.04602	0.40	808.072	0.007071	0	0.007071
31	S (26-27)	0.002371	48	1.270339	0.026465405	48	147.2	0.013	25.72471	2	27.7247	0.46208	0.40	173.627	0.045784	0.007071	0.052855
32	S (25-26)	0.002346	59	1.265403	0.021630814	59	68.1	0.013	13.15462	2.4375	15.5921	0.25987	0.40	254.835	0.066482	0.174657	0.241139
33	S (24-25)	0.000523	21	1.310482	0.061815208	21	69.3	0.013	7.9218	0.883333	8.8051	0.14675	0.40	372.996	0.021692	0.241139	0.262831
34	S (21-24)	0.001352	36	1.00519	0.027615106	36	98.1	0.013	16.77417	1.516667	18.2908	0.30485	0.40	229.108	0.034455	0.262831	0.297286
35	S (22-23)	0.000180	39	2.616564	0.067091376	39	4.3	0.013	0.470638	1.625	2.0956	0.03493	0.40	971.220	0.019492	0	0.019492
36	S (21-22)	0.002701	50	0.284179	0.005638466	50	86.3	0.013	32.67097	2.1	34.7710	0.57952	0.40	149.297	0.044839	0.019492	0.064331
37	G (20-21)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.361617	0.361617
SUB SISTEM 6																	
38	G (52-26)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.174657	0.174657
39	S (52-53)	0.000267	53	1.479126	0.028066912	53	7.5	0.013	1.267714	2.195833	3.4635	0.05773	0.40	694.781	0.020598	0	0.020598
40	S (49-52)	0.000079	17	1.053567	0.060549838	17	5.5	0.013	0.634399	0.725	1.3594	0.02266	0.40	1296.08	0.01137	0.195256	0.206626
41	S (50-51)	0.000375	16	1.232002	0.077974793	16	20.5	0.013	2.082182	0.658333	2.7405	0.04568	0.40	812.158	0.033837	0	0.033837
42	S (49-50)	0.000582	47	0.015421	0.0003295	47	17.9	0.013	27.96481	1.95	29.9148	0.49858	0.40	165.046	0.010673	0.033837	0.044511
43	G (48-49)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.251136	0.251136
44	S (44-48)	0.000229	46	1.226573	0.026781072	46	6.6	0.013	1.153916	1.908333	3.0622	0.05104	0.40	754.226	0.019231	0.251136	0.270367
45	S (46-47)	0.000381	30	0.931246	0.031461021	30	48.2	0.013	7.732131	1.233333	8.9655	0.14942	0.40	368.536	0.015634	0	0.015634
46	S (45-46)	0.002750	64	0.116601	0.001813398	64	48.2	0.013	32.20617	2.679167	34.8853	0.58142	0.40	148.970	0.045562	0.015634	0.061195
47	S (44-45)	0.000434	21	0.089427	0.004218266	21	31.4	0.013	13.7631	0.883333	14.6464	0.24411	0.40	265.689	0.012836	0.061195	0.074031
48	G (43-44)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.344399	0.344399
SUB SISTEM 7																	
49	S (61-62)	0.000745	16	0.581654	0.036416796	16	30.0	0.013	4.465224	0.665506	5.1307	0.08551	0.40	534.658	0.044274	0	0.044274
50	S (59-61)	0.000822	18	0.581654	0.032848756	18	45.7	0.013	7.172923	0.737793	7.9107	0.13185	0.40	400.606	0.036602	0.044274	0.080876
51	S (59-60)	0.001183	42	0.550827	0.012991209	42	6.1	0.013	1.512936	1.766667	3.2796	0.05466	0.40	720.523	0.094751	0	0.094751
52	G (57-59)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.175627	0.175627
53	S (57-58)	0.000139	34	0.581654	0.016979531	34	11.0	0.013	2.399694	1.427342	3.8270	0.06378	0.40	650.060	0.010066	0	0.010066
54	S (56-57)	0.000058	15	0.127097	0.008326973	15	4.0	0.013	1.24607	0.635969	1.8820	0.03137	0.40	1043.38	0.006739	0.185692	0.192431
55	S (55-56)	0.000098	29	0.127097	0.004439797	29	10.0	0.013	4.266231	1.19278	5.4590	0.09098	0.40	513.002	0.005583	0.192431	0.198014
56	S (54-55)	0.000123	40	0.726303	0.018370488	40	16.0	0.013	3.355719	1.647349	5.0031	0.08338	0.40	543.714	0.007412	0.198014	0.205425
SUB SISTEM 8																	
57	S (63-64)	0.001212	63	0.299243	0.00473486	63	6.1	0.013	2.506062	2.633333	5.1394	0.08566	0.40	534.056	0.071993		

Analisis Hidraulika

Analisis Kapasitas Saluran Eksisting

Analisis dimensi saluran yang dimaksud yaitu untuk mengetahui kapasitas debit air yang masuk ke dalam saluran. Apabila saluran tidak mampu menampung debit air yang ada, maka perlu dilakukan perencanaan dimensi saluran pengganti sehingga mendapat dimensi saluran yang sesuai yang dapat menampung debit air yang melewati saluran tersebut. Hasil perhitungan kapasitas saluran eksisting diperlihatkan pada Tabel 10.

Analisis Kapasitas Sistem Saluran Rencana

Dari hasil analisis didapat ada beberapa saluran yang ada tidak mampu menampung debit rencana. Maka perlu dibuat sistem saluran rencana baru yang mampu menampung debit rencana dengan dimensi saluran sebagai berikut. Hasil Analisa diperlihatkan pada Tabel 11.

Analisis Kapasitas Gorong-gorong rencana

Gorong-gorong yang direncanakan berbentuk persegi, namun dimensinya disesuaikan sehingga dapat menampung debit air yang melewati gorong-gorong.

Tabel 10. Analisis kapasitas saluran & gorong-gorong eksisting

No	Saluran	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	S (m/m)	Dimensi		F	y	n	A	P	R ^{2/3}	V (m/det)	Qdimensi (m ³ /det)	Qrencana (m ³ /det)	Kontrol
					h (m)	b (m)										
SUB SISTEM 1																
1	S (4-5)	59	0.14796	0.00250774	0.3	0.4	0.2	0.1	0.013	0.04	0.6	0.164414	0.63334	0.02533	0.012665359	OK
2	S (2-4)	27	0.0087	0.00033	0.37	0.4	0.2	0.17	0.013	0.068	0.74	0.203635	0.284155	0.01932	0.014637722	OK
3	S (2-3)	49	0.4991	0.01018564	0.37	0.4	0.2	0.17	0.013	0.068	0.74	0.203635	1.580892	0.10750	0.018382611	OK
4	G (1-2)	4	0.4991	0.12477406	0.3	0.3	0.2	0.1	0.013	0.03	0.5	0.153262	4.164405	0.09995	0.033020333	OK
SUB SISTEM 2																
5	S (13-14)	40	2.61656	0.06541409	0.3	0.4	0.2	0.1	0.013	0.04	0.6	0.164414	3.234681	0.12939	0.064718596	OK
6	S (12-13)	49	0.15907	0.00324636	0.43	0.48	0.2	0.23	0.013	0.1104	0.94	0.239825	1.051113	0.11604	0.136008507	TIDAK OK
7	S (9-12)	65	0.05545	0.00085312	0.4	0.55	0.2	0.2	0.013	0.11	0.95	0.237563	0.533752	0.05871	0.169021617	TIDAK OK
8	S (10-11)	27	0.06001	0.0022226	0.4	0.4	0.2	0.2	0.013	0.08	0.8	0.215443	0.781306	0.06250	0.019076634	OK
9	S (9-10)	20	0.30674	0.01533712	0.43	0.4	0.2	0.23	0.013	0.092	0.86	0.225351	2.146783	0.19750	0.028474472	OK
10	G (7-9)	6	0.33459	0.05576418	0.4	0.4	0.2	0.2	0.013	0.08	0.8	0.215443	3.913521	0.25047	0.197496088	OK
11	S (7-8)	100	0.01761	0.0001761	0.37	0.48	0.2	0.17	0.013	0.0816	0.82	0.214742	0.219208	0.01789	0.007012467	OK
12	S (6-7)	23	0.39015	0.01696325	0.43	0.6	0.2	0.23	0.013	0.138	1.06	0.256871	2.573515	0.35515	0.230661921	OK
SUB SISTEM 3																
13	S (16-17)	27	0.2821	0.01028682											0.00661133	
14	S (15-16)	32	0.02278	0.00070105	0.48	0.50	0.2	0.28	0.013	0.14	1.06	0.259347	0.528216	0.07395	0.010217724	OK
SUB SISTEM 4																
15	S (18-19)	39	0.23246	0.00603507	0.3	0.75	0.2	0.1	0.013	0.075	0.95	0.184031	1.099739	0.08248	0.280966939	TIDAK OK
SUB SISTEM 5																
16	S (41-42)	30	0.05102	0.00167839											0.007328644	
17	S (40-41)	90	3.97516	0.04425319	0.4	0.5	0.2	0.2	0.013	0.1	0.9	0.23112	3.739963	0.37400	0.049846505	OK
18	S (39-40)	36	1.54573	0.04259978	0.3	0.8	0.2	0.1	0.013	0.08	1	0.185664	2.947725	0.23582	0.084236604	OK
19	G (33-39)	6	0.4891	0.08151656	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.243288	5.343187	0.51295	0.042118302	OK
20	S (36-38)	20	0.05102	0.00255104	0.3	0.4	0.2	0.1	0.013	0.04	0.6	0.164414	0.638784	0.02555	0.021383721	OK
21	S (36-37)	41	0.03631	0.00088563	0.5	0.3	0.2	0.3	0.013	0.09	0.9	0.215443	0.493193	0.04439	0.020227327	OK
22	G (34-36)	5	0.09902	0.01980401	0.3	0.35	0.2	0.1	0.013	0.035	0.55	0.159393	1.725454	0.04831	0.041611048	OK
23	S (34-35)	39	0.06271	0.00161621	0.5	0.35	0.2	0.3	0.013	0.105	0.95	0.230309	0.712224	0.07478	0.014472502	OK
24	S (33-34)	134	1.54362	0.0115627	0.35	0.6	0.2	0.15	0.013	0.09	0.9	0.215443	1.782049	0.16038	0.104660001	OK
25	S (32-33)	35	0.03912	0.00111769	0.45	0.48	0.2	0.25	0.013	0.12	0.98	0.246587	0.634144	0.07610	0.158760634	TIDAK OK
26	S (31-32)	55	1.67566	0.03035615	0.57	0.5	0.2	0.37	0.013	0.185	1.24	0.281298	3.770047	0.69746	0.272826532	OK
27	G (29-31)	5	1.53575	0.30715088	0.3	0.35	0.2	0.1	0.013	0.035	0.55	0.159393	6.795208	0.19027	0.272826532	TIDAK OK
28	S (29-30)	53	1.80434	0.03436832	0.57	0.5	0.2	0.37	0.013	0.185	1.24	0.281298	4.01146	0.74212	0.023633866	OK
29	G (26-29)	20	1.53575	0.07678772	0.25	0.25	0.2	0.05	0.013	0.0125	0.35	0.10845	2.311695	0.02312	0.296460398	TIDAK OK
30	S (27-28)	18	1.00176	0.05565316	0.3	0.34	0.2	0.1	0.013	0.034	0.54	0.158267	2.872048	0.09765	0.007070794	OK
31	S (26-27)	48	1.27034	0.0264654	0.7	0.38	0.2	0.5	0.013	0.19	1.38	0.266635	3.336662	0.63397	0.052854523	OK
32	S (25-26)	59	1.2654	0.02163081											0.241139096	
33	S (24-25)	21	1.31048	0.06181521	0.32	0.45	0.2	0.12	0.013	0.054	0.69	0.182963	3.499189	0.18896	0.262831356	TIDAK OK
34	S (21-24)	36	1.00519	0.02761511	0.37	0.38	0.2	0.17	0.013	0.0646	0.72	0.200416	2.561907	0.16550	0.29728621	TIDAK OK
35	S (22-23)	39	2.61656	0.06709138	0.44	0.4	0.2	0.24	0.013	0.096	0.88	0.22831	4.548998	0.43670	0.019491812	OK
36	S (21-22)	50	0.28418	0.00563847	0.5	0.55	0.2	0.3	0.013	0.165	1.15	0.274067	1.58305	0.26120	0.064331016	OK
37	G (20-21)	5	0.2458	0.04916069	0.3	0.75	0.2	0.1	0.013	0.075	0.95	0.184031	3.138755	0.18833	0.361617227	TIDAK OK
SUB SISTEM 6																
38	G (52-26)	5	0.6749	0.13498071	0.4	0.3	0.2	0.2	0.013	0.06	0.7	0.194403	5.494076	0.26372	0.17465746	OK
39	S (52-53)	53	1.47913	0.02806691	0.6	0.4	0.2	0.4	0.013	0.16	1.2	0.260991	3.36341	0.53815	0.020598484	OK
40	S (49-52)	17	1.05357	0.06054984	0.28	0.35	0.2	0.08	0.013	0.028	0.51	0.144453	2.734251	0.07656	0.20662637	TIDAK OK
41	S (50-51)	16	1.232	0.07797479											0.033837217	
42	S (49-50)	47	0.01542	0.0003295	0.28	0.35	0.2	0.08	0.013	0.028	0.51	0.144453	0.201702	0.00565	0.044510104	TIDAK OK
43	G (48-49)	5	0.13028	0.02605691	0.58	0.4	0.2	0.38	0.013	0.152	1.16	0.257983	3.203381	0.38953	0.251136473	OK
44	S (44-48)	46	1.22657	0.02678107	0.55	0.4	0.2	0.35	0.013	0.14	1.1	0.253021	3.185133	0.44592	0.270367406	OK
45	S (46-47)	30	0.93125	0.03146102											0.015633893	
46	S (45-46)	64	0.1166	0.0018134	0.3	0.35	0.2	0.1	0.013	0.035	0.55	0.159393	0.522124	0.01827	0.061195493	TIDAK OK
47	S (44-45)	21	0.08943	0.00421827	0.65	0.5	0.2	0.45	0.013	0.225	1.4	0.295599	1.476817	0.33228	0.074031106	OK
48	G (43-44)	5	0.10212	0.02042324	0.7	0.6	0.2	0.5	0.013	0.3	1.6	0.327593	3.601249	0.86430	0.344398512	OK

No	Saluran	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	(S) (m/m)	Dimensi		F	y	n	A	P	R ² /3	V (m/det)	Qdimensi (m ³ /det)	Qrencana (m ³ /det)	Kontrol	
					h	b											
49	S (61-62)	16	0.58165	0.0364168													
50	S (59-61)	18	0.58165	0.03284876	0.3	0.5	0.2	0.1	0.013	0.05	0.7	0.172153	2.400108	0.12001	0.08087601	OK	
51	S (59-60)	42	0.55083	0.01299121	0.35	0.55	0.2	0.15	0.013	0.0825	0.85	0.211198	1.851704	0.15277	0.094750591	OK	
52	G (57-59)	5	0.73191	0.14638157	0.3	0.45	0.2	0.1	0.013	0.045	0.65	0.168603	4.962105	0.17864	0.175626601	OK	
53	S (57-58)	34	0.58165	0.01697953	0.25	0.35	0.2	0.05	0.013	0.0175	0.45	0.114785	1.150544	0.02013	0.01006567	OK	
54	S (56-57)	15	0.1271	0.00832697	0.35	0.45	0.2	0.15	0.013	0.0675	0.75	0.20083	1.409706	0.09516	0.192431004	TIDAK OK	
55	S (55-56)	29	0.1271	0.0044398											0.198013624		
56	S (54-55)	40	0.7263	0.01837049	0.55	0.45	0.2	0.35	0.013	0.1575	1.15	0.265698	2.770164	0.43630	0.205425476	OK	
SUB SISTEM 8																	
57	S (63-64)	63	0.29924	0.00473486	0.55	0.5	0.2	0.35	0.013	0.175	1.2	0.277058	1.466498	0.25664	0.071993334	OK	
SUB SISTEM 9																	
58	S (78-80)	9	0.59045	0.06662008	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.243288	4.830366	0.57964	0.062269638	OK	
59	S (78-79)	71	0.17088	0.00239667	0.65	0.3	0.2	0.45	0.013	0.135	1.2	0.233042	0.877598	0.11848	0.067964812	OK	
60	G (76-78)	5	0.67296	0.1345926											0.130234451		
61	S (76-77)	67	0.37244	0.00555875	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.243288	1.395294	0.16744	0.020533518	OK	
62	S (73-76)	16	0.02789	0.00178751	0.4	0.3	0.2	0.2	0.013	0.06	0.7	0.194403	0.632242	0.03793	0.155508949	TIDAK OK	
63	S (74-75)	31	0.22298	0.00719282	0.4	0.35	0.2	0.2	0.013	0.07	0.75	0.205759	1.342345	0.09396	0.013137166	OK	
64	S (73-74)	80	0.00626	7.8108E-05	0.4	0.35	0.2	0.2	0.013	0.07	0.75	0.205759	0.139882	0.00979	0.026125129	TIDAK OK	
65	G (68-73)	5	1.13579	0.22715714	0.4	0.3	0.2	0.2	0.013	0.06	0.7	0.194403	7.12725	0.34211	0.181634079	OK	
66	S (70-71)	42	0.45769	0.01084575	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.243288	1.94898	0.23388	0.062396397	OK	
67	S (70-72)	10	0.12919	0.01325424	0.5	0.45	0.2	0.3	0.013	0.135	1.05	0.25474	2.255955	0.30455	0.259731383	OK	
68	G (69-70)	5	0.40834	0.08166791	0.4	0.35	0.2	0.2	0.013	0.07	0.75	0.205759	4.523142	0.25330	0.32212958	TIDAK OK	
69	S (68-69)	79	0.44655	0.00563115	0.45	0.4	0.2	0.25	0.013	0.1	0.9	0.23112	1.334116	0.13341	0.34964568	TIDAK OK	
70	S (67-68)	78	1.22943	0.01572165	0.55	0.5	0.2	0.35	0.013	0.175	1.2	0.277058	2.672249	0.46764	0.561780349	TIDAK OK	
71	S (66-67)	64	0.27041	0.00423844	0.45	0.5	0.2	0.25	0.013	0.125	1	0.25	1.251987	0.15650	0.643177883	TIDAK OK	
72	G (65-66)	5	0.86498	0.1729694	0.5	0.6	0.5	0.5	0.013	0.3	1.6	0.327593	10.48118	2.51548	0.643177883	OK	

Tabel 11. Analisis kapasitas saluran & gorong-gorong rencana

No	Saluran	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	(S) (m/m)	Dimensi		F	y	n	A	P	R ² /3	V (m/det)	Qdimensi (m ³ /det)	Qrencana (m ³ /det)	Kontrol
					h	b										
SUB SISTEM 1																
1	S (4-5)	59	0.147956	0.002507736	0.3	0.4	0.2	0.1	0.013	0.04	0.6	0.16441	0.63334	0.025334	0.0126654	OK
2	S (2-4)	27	0.00872	0.000329075	0.4	0.4	0.2	0.17	0.013	0.068	0.74	0.20363	0.284155	0.019323	0.0146377	OK
3	S (2-3)	49	0.499096	0.010185637	0.4	0.4	0.2	0.17	0.013	0.068	0.74	0.20363	1.580892	0.107501	0.0183826	OK
4	G (1-2)	4	0.499096	0.124774057	0.3	0.3	0.2	0.1	0.013	0.03	0.5	0.15326	4.164405	0.099946	0.0330203	OK
SUB SISTEM 2																
5	S (13-14)	40	2.616564	0.065414092	0.3	0.4	0.2	0.1	0.013	0.04	0.6	0.16441	3.234681	0.129387	0.0647186	OK
6	S (12-13)	49	0.159072	0.003246363	0.5	0.5	0.2	0.253253	0.013	0.12435	0.99753	0.24955	1.093728	0.136009	0.1360085	OK
7	S (9-12)	65	0.055452	0.000853115	0.6	0.6	0.2	0.394164	0.013	0.24251	1.40357	0.31021	0.69698	0.169022	0.1690216	OK
8	S (10-11)	27	0.06001	0.002222604	0.4	0.4	0.2	0.2	0.013	0.08	0.8	0.21544	0.781306	0.062504	0.0190766	OK
9	S (9-10)	20	0.306742	0.015337122	0.4	0.4	0.2	0.23	0.013	0.092	0.86	0.22535	2.146783	0.197504	0.0284745	OK
10	G (7-9)	6	0.334585	0.055764184	0.4	0.4	0.2	0.2	0.013	0.08	0.8	0.21544	3.913521	0.250465	0.1974961	OK
11	S (7-8)	100	0.01761	0.000176103	0.4	0.5	0.2	0.17	0.013	0.0816	0.82	0.21474	0.219208	0.017887	0.0070125	OK
12	S (6-7)	23	0.390155	0.016963247	0.4	0.6	0.2	0.23	0.013	0.138	1.06	0.25687	2.573515	0.355145	0.2306619	OK
SUB SISTEM 3																
13	S (16-17)	27	0.282099	0.010286816	0.3	0.3	0.2	0.1	0.013	0.03	0.5	0.15326	1.195725	0.035872	0.0066113	OK
14	S (15-16)	32	0.022777	0.000701048	0.5	0.5	0.2	0.28	0.013	0.14	1.06	0.25935	0.528216	0.073950	0.0102177	OK
SUB SISTEM 4																
15	S (18-19)	39	0.232456	0.006035069	0.4	0.8	0.2	0.225633	0.013	0.17277	1.21698	0.27214	1.626253	0.280967	0.2809669	OK
SUB SISTEM 5																
16	S (41-42)	30	0.051021	0.00167839	0.3	0.1	0.2	0.132542	0.013	0.01828	0.40304	0.1272	0.400864	0.007330	0.0073286	OK
17	S (40-41)	30	3.975162	0.044253194	0.4	0.5	0.2	0.2	0.013	0.1	0.9	0.23112	3.739963	0.373996	0.0498465	OK
18	S (39-40)	96	1.54573	0.042599784	0.3	0.8	0.2	0.1	0.013	0.08	1	0.18566	2.947725	0.235818	0.0842366	OK
19	G (33-39)	6	0.489099	0.081516558	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.24329	5.343187	0.512946	0.0421183	OK
20	S (36-38)	20	0.051021	0.002551037	0.3	0.4	0.2	0.1	0.013	0.04	0.6	0.16441	0.638784	0.025551	0.0213837	OK
21	S (36-37)	41	0.036311	0.000885632	0.5	0.3	0.2	0.3	0.013	0.09	0.9	0.21544	0.493193	0.044387	0.0202273	OK
22	G (34-36)	5	0.09902	0.019804006	0.3	0.4	0.2	0.1	0.013	0.035	0.55	0.15939	1.725454	0.048313	0.0416110	OK
23	S (34-35)	39	0.062709	0.001616214	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.105	0.95	0.23031	0.712224	0.074784	0.0144725	OK
24	S (33-34)	134	1.54362	0.011562696	0.4	0.6	0.2	0.15	0.013	0.09	0.9	0.21544	1.782049	0.160384	0.1046600	OK
25	S (32-33)	35	0.039119	0.001117694	0.6	0.6	0.2	0.379445	0.013	0.2096	1.31128	0.29453	0.757443	0.158761	0.1587606	OK
26	S (31-32)	55	1.67566	0.030356154	0.6	0.5	0.2	0.37	0.013	0.185	1.24	0.2813	3.770047	0.697459	0.2728265	OK
27	G (29-31)	5	1.535754	0.307150881	0.4	0.4	0.2	0.2	0.013	0.07047	0.75237	0.20625	8.792884	0.495737	0.2728265	OK
28	S (29-30)	53	1.804337	0.034368323	0.6	0.5	0.2	0.37	0.013	0.185	1.24	0.2813	4.01146	0.742120	0.0236339	OK
29	G (26-29)	20	1.535754	0.07678772	0.5	0.4	0.2	0.25	0.013	0.0875	0.85	0.21965	4.68197	0.327738	0.2964604	OK
30	S (27-28)	18	1.001757	0.055653159	0.3	0.3	0.2	0.1	0.013	0.034	0.54	0.15827	2.872048	0.097650	0.0070708	OK
31	S (26-27)	48	1.270339	0.026465405	0.7	0.4	0.2	0.5	0.013	0.19	1.38	0.26663	3.336662	0.633966	0.0528545	OK
32	S (25-26)	59	1.265403	0.021630814	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.24329	2.752415	0.330290	0.2411391	OK
33	S (24-25)	21	1.310482	0.061815208	0.4	0.4	0.2	0.2	0.013	0.08	0.8	0.21544	4.120384	0.329631	0.2628314	OK
34	S (21-24)	36	1.00519	0.027615106	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.24329	3.109932	0.373192	0.2972862	OK
35	S (22-23)	39	2.616564	0.067091376	0.4	0.4	0.2	0.24	0.013	0.096	0.88	0.22831	4.548998	0.436704	0.0194918	OK
36	S (21-22)	50	0.284179	0.005638466	0.5	0.6	0.2	0.3	0.013	0.165	1.15	0.27407	1.58305	0.261203	0.0643310	OK
37	G (20-21)	5	0.245803	0.049160689	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.24329	4.149411	0.398343	0.3616172	OK
SUB SISTEM 6																
38	G (52-26)	5	0.674904	0.13498071	0.4	0.3	0.2	0.2	0.013	0.06	0.7	0.1944	5.494076	0.263716	0.1746575	OK
39	S (52-53)	53	1.479126	0.028066912	0.6	0.4	0.2	0.4	0.013	0.16	1.2	0.26099	3.36341	0.538146	0.0205985	OK
40	S (49-52)	17	1.053567	0.060549838	0.4	0.4	0.2	0.156087	0.013	0.05688	0.6766	0.19191	3.632535	0.206627	0.2066264	OK
41	S (50-51)	16	1.232002	0.077974793	0.3	0.2	0.2	0.1	0.013	0.02	0.4	0.13572	2.915281	0.058306	0.0338372	OK
42	S (49-50)	47	0.015421	0.00032295	0.5	0.4	0.2	0.311341	0.013	0.12823	1.03454	0.24859	0.347118	0.044511	0.0445101	OK
43																

No	Saluran	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	(S) (m/m)	Dimensi		F	y	n	A	P	R ² /3	V (m/det)	Qdimensi (m ³ /det)	Qrencana (m ³ /det)	Kontrol Qrencana≤Qdim
					h (m)	b (m)										
64	S (73-74)	80	0.006264	7.8108E-05	0.5	0.4	0.2	0.337924	0.013	0.1477	1.11293	0.26018	0.17688	0.026125	0.0261251	OK
65	G (68-73)	5	1.135786	0.22715714	0.4	0.3	0.2	0.2	0.013	0.06	0.7	0.1944	7.12725	0.342108	0.1816341	OK
66	S (70-71)	42	0.457691	0.010845751	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.24329	1.94898	0.233878	0.0623964	OK
67	S (70-72)	10	0.129193	0.013254239	0.5	0.5	0.2	0.3	0.013	0.135	1.05	0.25474	2.255955	0.304554	0.2597332	OK
68	G (69-70)	5	0.40834	0.081667907	0.5	0.4	0.2	0.3	0.013	0.12	1	0.24329	5.348145	0.513422	0.3221296	OK
69	S (68-69)	79	0.446551	0.005631155	0.6	0.6	0.2	0.4	0.013	0.24	1.4	0.30859	1.781329	0.427519	0.3496646	OK
70	S (67-68)	78	1.229433	0.015721649	0.6	0.6	0.2	0.4	0.013	0.24	1.4	0.30859	2.976422	0.714341	0.5617803	OK
71	S (66-67)	64	0.270413	0.004238443	0.8	0.7	0.2	0.6	0.013	0.42	1.9	0.36559	1.830868	0.768964	0.6431779	OK
72	G (65-66)	5	0.864985	0.172996942	0.5	0.6	0.2	0.3	0.013	0.18	1.2	0.28231	9.032404	1.300666	0.6431779	OK

Pembahasan

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi bertujuan untuk mendapatkan hasil yaitu debit rencana. Untuk analisis hidrologi dibutuhkan data curah hujan. Pada penelitian ini data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi adalah data curah hujan harian maksimum dengan pengamatan selama 10 tahun yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I untuk Pos Stasiun Hujan Tikala-Sawangan sebagai stasiun terdekat daerah penelitian.

Data curah hujan ini, sebelum digunakan diuji terlebih dahulu kualitas datanya. Pengujian meliputi uji outlier. Data outlier adalah data yang menyimpang terlalu jauh dari kumpulan datanya, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah.

Data curah hujan pada penelitian ini diuji kualitas datanya. Dalam perhitungan, diperoleh $Cs_{log} < -0,4$ maka dilakukan syarat pengujian “uji data outlier rendah, koreksi data, uji data outlier tinggi, koreksi data”. Pada saat pengujian hanya terdapat data yang menyimpang jauh terlalu rendah dari kumpulan datanya maka data tersebut disesuaikan menjadi data syarat uji outlier rendah (X_i). Sehingga data tersebut sudah siap untuk digunakan dalam analisis selanjutnya.

Dari data pengamatan hasil uji outlier, dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Parameter statistik yang didapat bertujuan untuk mengetahui jenis sebaran distribusi yang akan digunakan.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai-nilai parameter statistik:

- o Rata-rata (Mean) = 215,858 mm
- o Standart deviasi (Simpangan Baku) = 65,2201
- o Koefisien Variasi (Variation Coefficient) = 0,3021
- o Koefisien Kemencengan (Skewness Coefficient) = -0,9322
- o Koefisien Kurtosis (Kurtosis Coefficient) = 3,7197

Dari hasil analisis hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas Normal didapat $X_{TR} = 299,3397$ mm untuk periode ulang 10 tahun berdasarkan tipologi kota.

Hujan rencana yang didapat dimasukan dalam persamaan intensitas hujan. Dalam penelitian ini perhitungan intensitas hujan yang digunakan adalah intensitas hujan dengan menggunakan rumus Mononobe berdasarkan waktu konsentrasi. Sehingga harus melalui perhitungan waktu konsentrasi untuk mendapatkan intensitas hujan.

Setelah perhitungan intensitas hujan selama waktu konsentrasi didapat, maka dilakukan perhitungan debit rencana dengan menggunakan persamaan Rasional $Q=0,278 C I A$.

Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika bertujuan untuk mengetahui kondisi saluran eksisting pada lokasi penilititan apakah mampu menampung debit air yang masuk ke dalam saluran dengan syarat $Q_{Dimensi} \geq Q_{rencana}$. Apabila saluran tidak mampu menampung debit air yang ada, maka perlu dilakukan perencanaan dimensi saluran pengganti sehingga mendapat dimensi saluran yang sesuai yang dapat menampung debit air yang melewati saluran tersebut.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan beberapa saluran eksisting yang tidak sesuai, sehingga debit air yang masuk kedalam saluran tidak mampu untuk dilewati seutuhnya akibat dari pendangkalan dan penyumbatan saluran karena sedimen. Ditambah lagi belum adanya saluran di beberapa lokasi sehingga menunjang terjadinya genangan. Maka dari itu perlu adanya perbaikan untuk saluran yang sudah tidak sesuai dan penambahan saluran di beberapa titik lokasi serta perlunya perbaikan beberapa dimensi gorong-gorong dan juga penambahan di beberapa titik lokasi.

Dengan permasalahan yang ada, maka hal yang harus dilakukan berdasarkan hasil analisis hidraulika adalah sebagai berikut:

- Membuat sistem drainase yang baru

- Pembuatan ruas saluran baru, S(16-17), S(41-42), S(25-26), S(50-51), S(46-47), S(61-62), S(55-56).
 - Perubahan dimensi saluran drainase terhadap saluran eksisting yang ada yaitu, S(12-13), S(9-12), S(18-19), S(32-33), S(24-25), S(21-24), S(49-52), S(49-50), S(45-46), S(56-57), S(73-76), S(73-74), S(68-69), S(67-68), S(66-67).
 - Pembuatan gorong-gorong baru, G(76-78).
 - Perubahan dimensi gorong-gorong terhadap gorong-gorong eksisting yang ada yaitu, G(29-31), G(26-29), G(20-21), G(69-70).
2. Dari lima puluh ruas saluran eksisting yang ada terdapat lima belas ruas saluran yang harus dirubah dimensinya, S(12-13), S(9-12), S(18-19), S(32-33), S(24-25), S(21-24), S(49-52), S(49-50), S(45-46), S(56-57), S(73-76), S(73-74), S(68-69), S(67-68), S(66-67).
 3. Penambahan tujuh ruas saluran yang baru, S(16-17), S(41-42), S(25-26), S(50-51), S(46-47), S(61-62), S(55-56).
 4. Dari empat belas gorong-gorong eksisting, terdapat empat yang harus dilakukan perubahan dimensi yaitu, G(29-31), G(26-29), G(20-21), G(69-70).
 5. Penambahan satu gorong-gorong yang baru, G(76-78).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beberapa saluran dan gorong-gorong eksisting di lokasi penelitian jalan Welong Abadi Kelurahan Malendeng Kota Manado tidak mampu melewati debit yang ada seutuhnya, sehingga perlu adanya perbaikan dimensi untuk beberapa saluran dan gorong-gorong serta penambahan di beberapa titik lokasi dengan mempertahankan sistem yang ada.

Saran

1. Perlu adanya kesadaran masyarakat yang tinggal di Jalan Welong Abadi Kelurahan Malendeng untuk tidak membuang sampah sembarangan terutama pada saluran drainase. Dan juga perlunya gotong-royong untuk membersihkan saluran yang dangkal akibat sedimen.
2. Untuk memperoleh hasil rekomendasi yang lebih detail. Diperlukan penelitian lanjutan yang terfokus terkait struktur dari kolam penahan air hujan, penggunaan sumur resapan dan biopori.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. S., 2010. *Modul klimatologi*, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2017. *Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Tikala-Sawangan*, Manado.
- Bonnier, 1980. *Probability Distribution and Probability Analysis*, DPMA, Bandung.
- Chow, V. T, 1964, *Hidraulika saluran terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1999, *Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta.
- Dimitri Fairizi, 2015. Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase pada kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro kota Palembang, *Ejournal Unsri Vol.3 No.1 (2015)*, Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Dirjen Pengairan Departemen PU, 1986, *Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Standart Perencanaan Irigasi KP-04*.
- La'la Monica, Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw, 2017. *Penataan Drainase di kawasan Kantor Badan Pusat Statistik Kelurahan Bumi Nyiur kota Manado*, Jurnal sipil statik Vol.5 No.3 (2017) (151-166), Universitas Sam Ratulangi, Manado.

- Liany Amelia Hendratta, 2014. *Optimalisasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Sebagai Alternatif Penanganan Masalah Genangan Air*, Jurnal Tekno Sipil Vol.12 No.61 (2014), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Pattihahuan, Vincent A., Hanny Tangkudung, Eveline M. Wuisan, 2018. *Penataan Sistem Drainase di Kompleks Perumnas Kelurahan Paniki Dua Kecamatan Mapanget Kota Manado*, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.6 (2018) (373-388), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Rotikan, Janti., Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma, 2019. *Penataan Sistem Drainase di Jalan Singa Laut Malalayang Dua*, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.3 (2019) (337-350), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi: Aplikasi metode statistik untuk analisis data*, Jilid pertama. Nova, Bandung.
- Subarkah, Imam, 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Subramanya K, 1987, *Flow in Open Channel*, New Delhi.
- Supit, Cindy Jeane, Jeffry Dantje Mamoto, 2016. *Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir di Manado*, Jurnal Tekno Sipil Vol.14 No.66 (2016), Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Suripin, 2004. *Sistim Drainase yang berkelanjutan*. Edisi pertama, Andi, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta offset, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan