

# PERENCANAAN SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN DENGAN SUMUR RESAPAN DI LAHAN PERUMAHAN WENWIN – SEA TUMPENGAN KABUPATEN MINAHASA

Muhammad Alriansyah Rurung

Herawaty Riogilang, Liany A. Hendratta

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [alri25061996@gmail.com](mailto:alri25061996@gmail.com)

## ABSTRAK

*Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan merupakan perumahan yang berada di daerah Kabupaten Minahasa. Dengan keadaan perumahan yang relatif padat menyebabkan salah satu sarana pembangunan tidak berfungsi dengan efektif. Sarana yang dimaksudkan adalah saluran drainase. Dampak yang di akibatkan adalah terjadi limpasan permukaan dan menurunnya kuantitas air yang meresap ke dalam tanah, sehingga menyebabkan terjadinya genangan air ataupun banjir pada waktu curah hujan tinggi. Diperlukan adanya penataan kembali sistem drainase pada perumahan tersebut berupa sistem drainase berwawasan lingkungan (eko-drainase) dengan menggunakan sumur resapan. Dengan adanya perencanaan sumur resapan diharapkan dapat mengurangi genangan air ataupun banjir yang terjadi di Perumahan Wenwin – Sea tumpengan.*

*Sistem drainase berwawasan lingkungan dengan sumur resapan akan di hitung dengan menggunakan perhitungan analisis hidrologi, analisis hidrolika dan Metode Sunjoto untuk mengetahui debit resapan, dan banyaknya sumur resapan yang diperlukan.*

*Dimensi sumur direncanakan berbentuk silinder dengan diameter yang sama yaitu 1 m dan kedalaman sumur 1 m. Pada penutup sumur, akan diberikan penutup setebal 10 cm yang terbuat dari beton yang diberi celah agar air dapat masuk. Kapasitas resapan 1 buah sumur adalah 0,1356 m<sup>3</sup>/det, sehingga diperlukan 5 sumur resapan yang direncanakan di saluran yang mengalami genangan.*

**Kata kunci :** Analisis Hidrologi, Analisis Hidrolika, Sumur Resapan

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan merupakan suatu wilayah Perumahan di Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara yang terletak di daerah dataran tinggi. Umumnya, daerah dataran tinggi adalah daerah yang sangat minim untuk potensi terjadinya suatu genangan air ataupun banjir. Namun hal ini berbeda dengan perumahan Wenwin Sea Tumpengan. Perumahan ini memiliki masalah mengenai genangan air ataupun banjir.

Perubahan fungsi lahan dan keadaan drainase yang masih kurang baik pada daerah tersebut menyebabkan genangan air ataupun banjir terutama pada musim hujan. Hal ini dikarenakan ketidakmampuan drainase yang ada untuk menampung volume dan debit air yang bertambah.

Pemerintah setempat sebelumnya telah berupaya untuk menanggulangi masalah genangan air ataupun banjir tersebut. Upaya yang dilakukan adalah dengan memaksimalkan kembali kinerja dari drainase yang ada dan juga membuat saluran drainase tambahan. Akan tetapi upaya yang dilakukan tersebut belum dapat menanggulangi permasalahan yang terjadi. Dalam menanggapi fenomena sebagaimana yang telah diuraikan di atas, maka direncanakan sistem drainase berupa sumur resapan yang berfungsi untuk menampung kelebihan air yang terjadi.

### Rumusan Masalah

Perubahan fungsi lahan, kurangnya ruang resapan air dan keadaan drainase yang kurang baik menyebabkan terjadinya genangan air ataupun banjir di Lahan Perumahan Wenwin–Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa yang

mengganggu aktivitas dan lingkungan masyarakat.

**Batasan Penelitian**

1. Lokasi yang ditinjau adalah Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan
2. Drainase yang direncanakan berupa sumur resapan, yang dihitung dengan menggunakan Metode Sunjoto.
3. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan pengamatan selama 12 tahun.
4. Tidak dilakukan perubahan pada lebar saluran eksisting yang ada.
5. Tidak dilakukan perhitungan gorong-gorong pada saluran
6. Perhitungan konstruksi sumur resapan tidak dibahas

**Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan sistem drainase berwawasan lingkungan berupa sumur resapan yang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam meminimalisir atau mengurangi resiko terjadinya genangan air ataupun banjir pada Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa.

**Manfaat Penelitian**

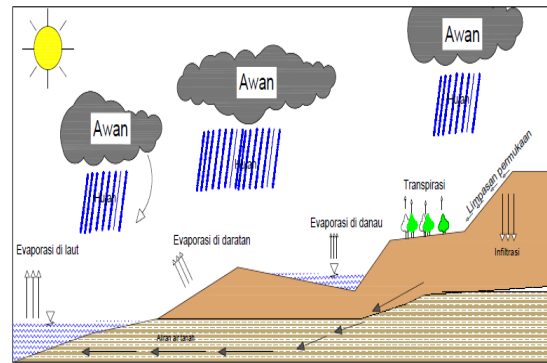
1. Mengurangi aliran permukaan sehingga dapat mencegah terjadinya genangan air ataupun banjir.
2. Menjaga kesehatan lingkungan dari penyakit-penyakit yang disebabkan oleh bersarangnya nyamuk pada genangan air.
3. Mempertahankan kualitas sarana infrastruktur lainnya seperti jalan dan perumahan.
4. Dapat dijadikan bahan informasi untuk instansi yang bergerak di bidang pembangunan.

**LANDASAN TEORI**

**Siklus Hidrologi**

Air laut menguap karena radiasi matahari menjadi awan kemudian awan yang terjadi oleh penguapan air bergerak di atas daratan karena tertiuap angin. Presipitasi yang terjadi oleh tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan atau salju. Setelah jatuh ke permukaan tanah, akan menimbulkan limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam usahanya

untuk mengalir kembali ke laut beberapa di antaranya masuk kedalam tanah (infiltrasi) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau juga yang dinamakan permukaan freatik.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

**Analisa Curah Hujan**

Analisis curah hujan merupakan analisis awal atau penyelidikan awal data curah hujan sebelum digunakan untuk analisis selanjutnya. Ada 3 metode yang biasanya digunakan dalam menghitung hujan rata-rata kawasan, yaitu :

1. Metode Aljabar
2. Metode *Polygon Thiessen*
3. Metode *Isohyet*

**Parameter Statistik**

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu :

- Nilai rata-rata, *Mean (X)*

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi \tag{1}$$

Dengan :

X = curah hujan rata-rata (mm)

Xi = nilai curah hujan pada tahun pengamatan ke-i (mm)

n = jumlah data curah hujan

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

$$\log X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log Xi \tag{2}$$

Dengan :

$\bar{X}$  = curah hujan rata-rata dalam log (mm)

Xi = nilai curah hujan pada tahun pengamatan ke-i dalam log (mm)

n = jumlah data curah hujan

- Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^2} \quad (3)$$

Dengan :

X = curah hujan rata-rata (mm)  
 Xi = curah hujan pada tahun pengamatan ke-i (mm)  
 n = jumlah data curah hujan  
 S = standar deviasi

Persamaan standar deviasi untuk data pengamatan dalam nilai log adalah :

$$S_{log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log X)^2} \quad (4)$$

Dengan :

Log X = curah hujan rata-rata dalam log (mm)  
 Log Xi = curah hujan pada tahun pengamatan ke-i dalam log (mm)  
 n = jumlah data curah hujan  
 S<sub>log</sub> = standar deviasi dalam log

- Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{X} \quad (5)$$

Dengan :

X = curah hujan rata-rata (mm)  
 S = standar deviasi  
 Cv = koefisien variasi

- Koefisien *Skewness* (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (6)$$

Dengan :

X = curah hujan rata-rata (mm)  
 Xi = curah hujan pada tahun pengamatan ke-i (mm)  
 n = jumlah data  
 S = standar deviasi  
 Cs = koefisien *skewness*

Persamaan koefisien *Skewness* untuk data pengamatan dalam nilai log adalah :

$$Cs_{log} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (7)$$

Dengan :

X = curah hujan rata-rata dalam log (mm)  
 Xi = curah hujan pada tahun pengamatan ke-i dalam log (mm)  
 n = jumlah data  
 S = standar deviasi  
 Cslog = koefisien *Skewness*

- Pengukuran kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (8)$$

Dengan :

X = curah hujan rata-rata (mm)  
 Xi = curah hujan pada tahun pengamatan ke-i (mm)  
 n = jumlah data  
 Ck = koefisien Kurtosis

### Distribusi Peluang

Menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu dengan melihat nilai syarat parameter yang akan digunakan sebagai pemilihan tipe distribusi yang akan digunakan.

### 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.

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.

Tabel 1. Syarat Parameter Statistik

No	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik
1	Distribusi Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3
2	Distribusi Log-Normal	Cs ≈ Cv <sup>3</sup> + 3 Cv Ck ≈ Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15 Cv <sup>4</sup> + 16 Cv <sup>2</sup> + 3
3	Distribusi Gumbel	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,40
4	Distribusi Log - Person III	Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log - Person III

Sumber : La'la Monica, 2017

### Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan diperoleh dengan melakukan analisis data curah hujan, baik secara statistik maupun secara empiris. Rumus yang akan digunakan adalah Rumus *Mononobe* yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (9)$$

Dimana :

I = intensitas curah hujan (mm)

t = lamanya hujan (jam)

R<sub>24</sub> = curah hujan maksimum (mm)

### Debit Rencana

Rumus yang akan digunakan untuk mencari debit rencana adalah dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu :

$$Q = 0,278 C I A \quad (10)$$

Dimana :

Q = debit rencana (m<sup>3</sup>/det)

C = koefisien *run off*

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = *catchment area* (km<sup>2</sup>)

Standar periode ulang yang diberlakukan melalui P3KT di Sulawesi Utara adalah 10 tahun.

### Analisis Hidrolika

Analisis ini dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi hidrolis dari saluran drainase dan untuk mengetahui debit kapasitas pada saluran eksisting maupaun saluran yang akan direncanakan. Rumus yang akan digunakan untuk menghitung debit kapasitas adalah dengan menggunakan Rumus *Manning*, yaitu :

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad (11)$$

Dimana :

Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

P = keliling basah (m)

R = jari – jari hidrolis (m),  $R = A/P$

A = luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

n = koefisien kekasaran *Manning*

S = kemiringan dasar saluran

V = kecepatan rata-rata (m/det)

### Drainase

Secara umum drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan/lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas (Suripin, 2004).

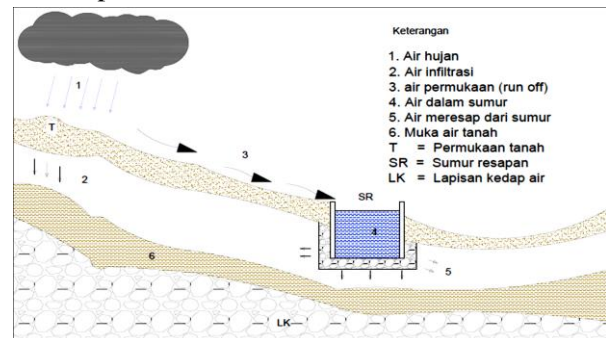
### Sistem Drainase

Sistem drainase adalah suatu sistem yang bertujuan untuk mengalirkan air hujan dan limpasan permukaan. Ada 2 jenis sistem drainase, yaitu :

- Sistem Drainase Konvensional
- Sistem Drainase Ramah Lingkungan (Eko-Drainase), yang berupa Sumur Resapan.

### Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah.



Gambar 2. Sketsa Sumur Resapan

Prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam lubang atau sumur agar air dapat sedikit demi sedikit dapat meresap ke dalam tanah. Sehingga, air akan lebih banyak masuk ke dalam tanah dan sedikit yang mengalir sebagai aliran permukaan (*run off*) (Sunjoto, 2011).

Volume dan efisiensi sumur resapan di hitung dengan Metode Sunjoto :

$$H = \frac{Q}{F \cdot K} \left(1 - e^{-\frac{F \cdot K \cdot T}{\pi R^2}}\right) \quad (12)$$

Dimana :

H = tinggi muka air dalam sumur (m)

F = faktor geometrik (m)

$$F = 4\pi R$$

Q = debit air masuk (m<sup>3</sup>/det)

T = waktu pengaliran (detik)

K = koefisien permeabilitas (m/det)

R = jari-jari sumur (m)

Nilai koefisien permeabilitas tanah secara umum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Koefisien Permeabilitas Secara Kasar

	Lempung	Lanau	Pasir sangat halus	Pasir halus	Pasir sedang	Pasir kasar	Kerikil kecil
D10 (mm)	0-0,01	0,01-0,05	0,05-0,10	0,10-0,25	0,25-0,50	0,50-1,0	1,0-5,0
K (cm/det)	$3 \times 10^{-6}$	$4,5 \times 10^{-4}$	$3,5 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-2}$	$8,5 \times 10^{-2}$	$3,5 \times 10^{-1}$	3,0

Sumber : Buku Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 1983

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian bertempat di Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara yang terletak di salah satu hulu anak sungai Sungai Sosoan Kolongan. Secara geografis terletak pada 1°26'19.55"LU dan 124°47'30.84"BT.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

### Prosedur Penelitian

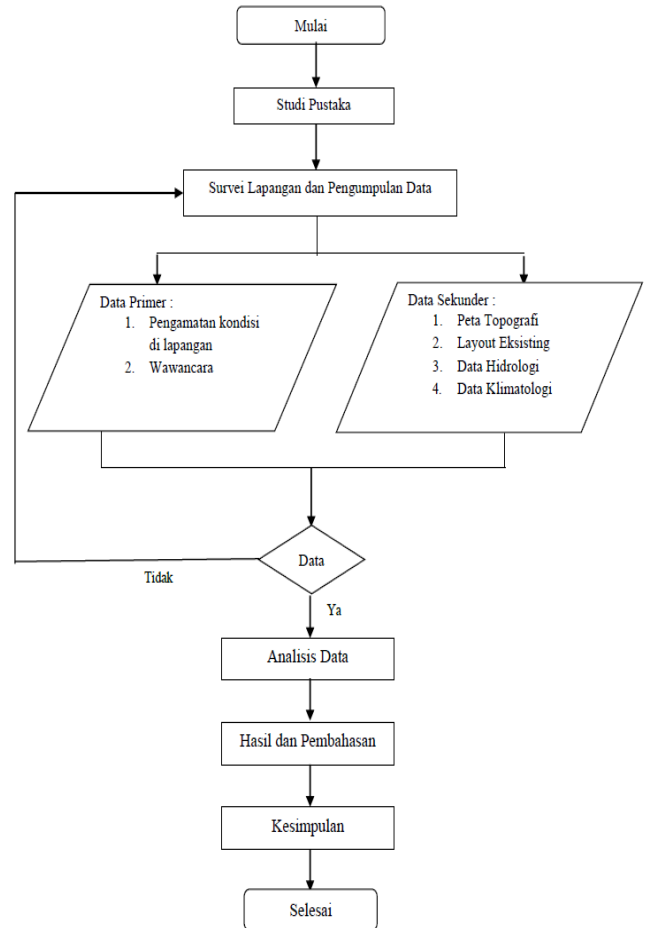
Penelitian ini mempunyai prosedur yang sistematis, yaitu :

1. Survei lokasi penelitian.
  - a. Observas
  - b. Wawancara
2. Alat Pengumpulan Data
  - a. Alat Tulis
  - b. Alat Dokumentasi
  - c. GPS (*Global Positioning System*)
  - d. Arc GIS
  - e. Theodolite

3. Analisis data yang diperoleh dengan metode sebagai berikut :

- a. Analisis Hidrologi
- b. Analisis Hidrolika
- c. Penerapan Metode Sumur Resapan

### Bagan Alir Penelitian



## ANALISIS, HASIL & PEMBAHASAN

### Kondisi Eksisting Saluran

Berdasarkan hasil survei lapangan yang dilakukan, kondisi eksisting saluran drainase yang ada pada daerah tersebut kurang baik. Banyak saluran drainase yang sudah tidak sesuai dengan fungsinya.



4a

4b

Gambar 4. Kondisi Eksisting di Lapangan

**Analisis Curah Hujan**

Data curah hujan harian maksimum yang digunakan dalam analisis ini diperoleh dari Badan Wilayah Sungai (BWS) Sulawesi I dengan periode pengamatan selama 12 tahun (2006-2017) pada pos pengamatan hujan Tinoor.

Tabel 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum Pos Hujan Tinoor

Tahun	Hujan harian maximum (mm)
2006	75,60
2007	75,02
2008	74,1
2009	65,4
2010	101,70
2011	102,40
2012	96,80
2013	110,50
2014	184,00
2015	108,20
2016	90,30
2017	156,00

Sumber : BWS Sulawesi I

**Uji Data Outlier**

Pengujian data outlier dimulai dengan menghitung nilai-nilai parameter statistik yang ada.

Tabel 4. Analisis Data Outlier

No	Xi (mm)	log Xi	(log Xi - log X)	(log Xi - log X) <sup>2</sup>	(log Xi - log X) <sup>3</sup>
1	65,40	1,81558	-0,17891	0,03201	-0,00573
2	74,10	1,86982	-0,12467	0,01554	-0,00194
3	75,02	1,87518	-0,11931	0,01423	-0,00170
4	75,60	1,87852	-0,11596	0,01345	-0,00156
5	90,30	1,95569	-0,03880	0,00151	-0,00006
6	96,80	1,98588	-0,00861	0,00007	0,00000
7	101,70	2,00732	0,01284	0,00016	0,00000
8	102,40	2,01030	0,01582	0,00025	0,00000
9	108,20	2,03423	0,03974	0,00158	0,00006
10	110,50	2,04336	0,04888	0,00239	0,00012
11	156,00	2,19312	0,19864	0,03946	0,00784
12	184,00	2,26482	0,27033	0,07308	0,01976
Σ	1240,02	23,93381	0,00000	0,19373	0,01680
X		103,3350			
Log X		1,9945			

Setelah dilakukan pengujian data outlier, didapatkan nilai Cslog = 0,7841 > 0,4 sehingga dilakukan uji outlier tinggi, koreksi data dan uji outlier rendah. Hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut adalah tidak terdapat data yang menyimpang sehingga data curah hujan yang diberikan akan tetap digunakan.

**Pemilihan tipe distribusi berdasarkan parameter statistik**

Untuk mengetahui tipe distribusi yang akan digunakan, terlebih dahulu harus

mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Nilai-nilai parameter statistik tersebut adalah sebagai berikut :

- Mean

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi = \frac{1240,02}{12} = 103,335 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^2} = \sqrt{\frac{13436,33}{12-1}} = 34,9475$$

- Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{X} = \frac{34,9475}{103,335 \text{ mm}} = 0,33822$$

- Koefisien Kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$Cs = \frac{12 * 545316,63}{(12-1) * (12-2) * (34,94975)^3}$$

$$Cs = 1,39349$$

- Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$Ck = \frac{12 * 5410165,90}{(12-1) * (12-2) * (12-3) * (34,94975)^4}$$

$$Ck = 5,274$$

Hasil tinjauan berdasarkan parameter statistik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Analisis Tipe Distribusi Curah Hujan

No	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil Syarat Parameter	Parameter Hasil Analisis	Keterangan
1	Distribusi Nromal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Cs = 1,39349 Ck = 5,27426	Cs = 1,39349	Tidak Memenuhi
2	Distribusi Log-Normal	Cs ≈ Cv <sup>3</sup> + 3Cv Ck ≈ Cv <sup>6</sup> + 6Cv <sup>5</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>3</sup> + 3	Cs = 1,0533 Ck = 5,0357		Ck = 5,72426
3	Distribusi Gumbel	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,40	Cs = 1,39349 Ck = 5,27426		Tidak Memenuhi
4	Distribusi Log-Person III	Karena tidak ada syarat yang memenuhi dari tiga tipe distribusi di atas, maka tipe distribusi data yang ada dianggap mengikuti tipe distribusi Log-Person III			

Berdasarkan tabel diatas, tipe distribusi curah hujan yang akan digunakan adalah Log Pearson III. Dari perhitungan di atas, didapat Cs = 1,3935 dan Ck = 5,27426

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III dapat dilihat pada tabel berikut dengan berbagai kala ulang.

Tabel 6. Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III dengan berbagai kala ulang

T (Tahun)	K	Slog	1/T (%)	Log X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>
5	0,720	0,1327	20	2,09002	123,03
10	1,337	0,1327	10	2,17193	148,57
25	2,127	0,1327	4	2,27672	189,11
50	2,703	0,1327	2	2,35325	225,55
100	3,267	0,1327	1	2,42806	267,95

### Analisis Debit rencana Saluran Eksisting

Dalam menghitung debit rencana dengan menggunakan rumus rasional diperlukan untuk menghitung intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi.

Pada Saluran (1-2) didapat I = 260,267 mm/jam, dan Q<sub>rencana</sub> = 0,09001 m<sup>3</sup>/det. Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 7. Perhitungan debit rencana

No	Saluran	Luas DPM (ha)	Pajanan Saluran (m)	Beda Temp (jam)	Kemiringan Datar Saluran (%)	Waktu Rencana				C	I	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)
						L (m)	V (m/s)	T <sub>1</sub> (jam)	T <sub>2</sub> (jam)				
1	S (1-2)	99,0	13,48	0,1335	99,0	21,0	0,813	1,339	4,31	1,2360	0,090	0,090	0,090

Pada saluran (38-40) didapatkan Q<sub>kapasitas</sub> = 0,0822 m<sup>3</sup>/det. Perhitungan debit yang ada pada saluran eksisting selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Kapasitas Saluran Eksisting

No	Saluran	Kemiringan Datar Saluran (%)	Jagasan (%)	Dimensi (m)	γ	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Ketinggian (m)	n	Jari-jari Hidrolis (m)	Kecepatan Aliran (m/det)	Debit Kapasitas (m <sup>3</sup> /det)
1	S (11-2)	0,133554	0,2	0,30	0,36	0,16	0,048	0,20	0,013	0,0774	4,889002343

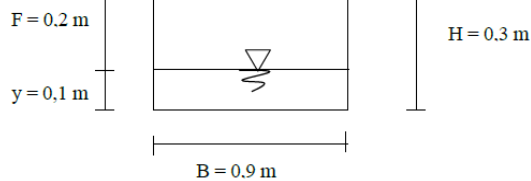
Setelah mendapatkan debit saluran eksisting, kemudian dilakukan perbandingan antara debit rencana dan debit saluran eksisting. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9. Perbandingan Debit Rencana dan Debit Saluran Eksisting

No	Saluran	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q Sahan Eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Q Genangan (m <sup>3</sup> /det)	Kondisi Saluran
1	S (1-2)	0,0901	0,246755	0,00000	OK
2	S (73-74)	0,0000	0,234480	0,00000	OK
3	S (76-75)	0,0443	0,288584	0,00000	OK
4	S (74-75)	0,0258	0,404337375	0,07009	OK
5	S (4-3)	0,0335	0,70099241	0,10359	OK
6	S (5-6)	0,0313	0,03128	0,231959	OK
7	S (6-3)	0,0187	0,031282082	0,05000	MELUAP
8	S (34-35)	0,0547	0,243725098	0,29847	MELUAP
9	S (35-36)	0,0065	0,298473287	0,30500	MELUAP
10	S (37-36)	0,0556	0,055221	0,0053290	MELUAP
11	S (36-38)	0,0000	0,360546057	0,36055	MELUAP
12	S (8-7)	0,0305	0,03051	0,236536	OK
13	S (77-78)	0,0000	0,00000	0,383062	OK
14	S (78-79)	0,0192	0,01921	0,096808	OK
15	S (80-79)	0,0547	0,05473	0,375036	OK
16	S (9-10)	0,0302	0,073937219	0,10417	OK
17	S (10-7)	0,0122	0,104170122	0,11639	MELUAP
18	S (39-38)	0,0410	0,116386281	0,15738	MELUAP
19	S (38-40)	0,0427	0,517925321	0,56064	MELUAP
20	S (12-11)	0,0295	0,02951	0,214293	OK
21	S (82-81)	0,0000	0,00000	0,218623	OK
22	S (81-83)	0,0165	0,01653	0,137569	OK
23	S (84-83)	0,0150	0,01497	0,287647	OK
24	S (13-14)	0,0267	0,031500818	0,05823	OK
25	S (14-11)	0,0078	0,058231219	0,06606	OK
26	S (41-40)	0,0120	0,095568294	0,10759	MELUAP
27	S (40-42)	0,0219	0,668236269	0,69011	MELUAP
28	S (16-15)	0,0000	0,00000	0,195542	OK
29	S (85-86)	0,0221	0,02214	0,173175	OK
30	S (17-18)	0,0337	0,022137321	0,05579	OK
31	S (18-15)	0,0024	0,055794983	0,05817	MELUAP
32	S (43-42)	0,0159	0,058171311	0,07405	MELUAP
33	S (42-44)	0,0065	0,764164888	0,77063	MELUAP

### Analisis Kapasitas Saluran Eksisting

Saluran yang ada dilapangan memiliki ukuran dimensi yang relatif sama. Saluran tersebut berbentuk persegi dengan jagalan = 0,2 m dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Dimensi Saluran Eksisting



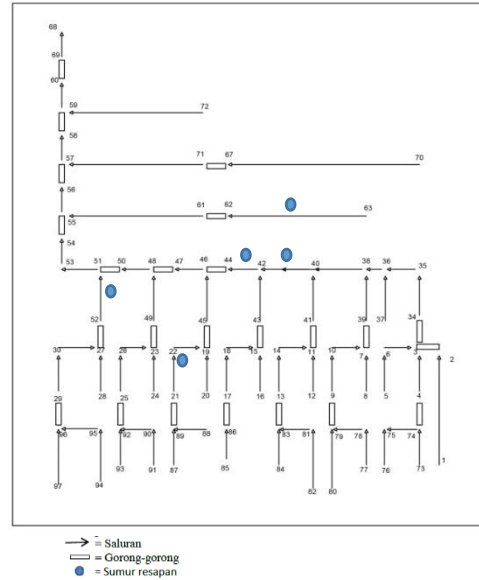


No	Saluran	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)			Q Saluran Eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Q Genangan (m <sup>3</sup> /det)	Kondisi Saluran
		Q limpasan (m <sup>3</sup> /det)	Q tambahan (m <sup>3</sup> /det)	Q total (m <sup>3</sup> /det)			
34	S (20-19)	0,0000	0	0,00000	0,281580		OK
35	S (88-89)	0,0210	0	0,02103	0,251165		OK
36	S (87-89)	0,0196	0	0,01964	0,194977		OK
37	S (21-22)	0,0266	0,0406728	0,06724	0,251853		OK
38	S (22-19)	0,0058	0,06724266	0,07302	0,064892	0,0081292	MELUAP
39	S (45-46)	0,0125	0,07302079	0,08551	0,377907		OK
40	S (46-47)	0,0041	0,85614195	0,86020	0,644586	0,2156102	MELUAP
41	S (24-23)	0,0000	0	0,00000	0,349954		OK
42	S (91-90)	0,0000	0	0,00000	0,103264		OK
43	S (90-92)	0,0176	0	0,01756	0,280695		OK
44	S (93-92)	0,0611	0	0,06107	0,224311		OK
45	S (25-26)	0,0272	0,07862805	0,10583	0,183968		OK
46	S (26-23)	0,0099	0,10582869	0,11569	0,135285		OK
47	S (49-48)	0,0172	0,11569327	0,13292	0,376151		OK
48	S (48-50)	0,0066	0,99311818	0,99977	0,959631	0,0401367	MELUAP
49	S (28-27)	0,0000	0	0,00000	0,137971		OK
50	S (94-95)	0,0000	0	0,00000	0,141218		OK
51	S (95-96)	0,0122	0	0,01219	0,092362		OK
52	S (97-96)	0,0307	0	0,03070	0,091574		OK
53	S (29-30)	0,0178	0,04288433	0,06070	0,103199		OK
54	S (30-27)	0,0093	0,06069841	0,06998	0,151225		OK
55	S (52-51)	0,0000	0,06998416	0,06998	0,229198		OK
56	S (51-53)	0,0139	1,06975216	1,08362	0,693315	0,3903042	MELUAP
57	S (53-54)	0,0000	1,08361901	1,08362	3,006773		OK
58	S (63-62)	0,0416	0	0,04163	0,149611		OK
59	S (61-55)	0,0000	0,04162817	0,04163	0,031262	0,0103662	MELUAP
60	S (55-56)	0,0000	1,12524718	1,12525	3,227858		OK
61	S (57-58)	0,0406	1,26930044	1,30987	2,880944		OK
62	S (72-59)	0,0500	0	0,04999	0,191104		OK
63	S (70-67)	0,0759	0	0,07588	0,221412		OK
64	S (71-57)	0,0682	0,07588387	0,14405	0,209264		OK
65	S (59-60)	0,0156	1,35986084	1,37543	3,330248		OK
66	S (69-68)	0,0152	1,37543098	1,39067	3,247458		OK
Total						0,6645465	

Keterangan :

- : Tinjauan saluran yang mengalami genangan air ataupun banjir.
- : Hasil perubahan dimensi pada saluran.

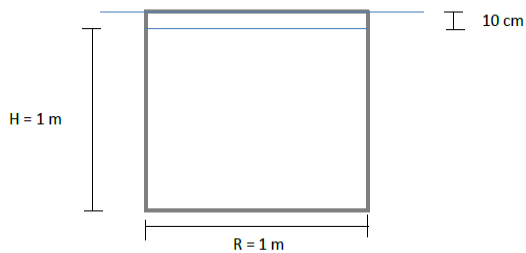
Saluran (40 – 42), Saluran (42 – 44), Saluran (21 - 22), Saluran (52 – 51) dan Saluran (63 – 62). Perletakan sumur resapan dapat dilihat pada skema jaringan berikut :



Gambar 7. Skema Jaringan

### Analisis Perencanaan Sumur Resapan

Sumur resapan direncanakan akan dibangun sebelum saluran yang mengalami genangan air ataupun banjir. Direncanakan sumur resapan berbentuk silinder dengan ukuran diameter sumur,  $R = 1 \text{ m}$  dan kedalaman sumur  $H = 1 \text{ m}$ , sedangkan pada bagian atas sumur akan diberikan tutup dari plat beton dengan tebal 10 cm. Dimensi sumur resapan dapat dilihat pada gambar berikut :

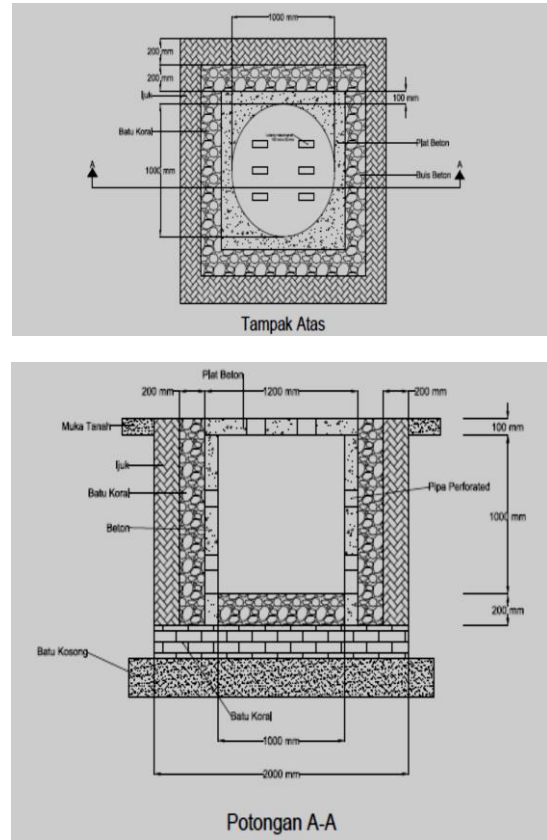


Gambar 6. Dimensi Sumur Resapan

Debit pada sumur resapan dihitung dengan menggunakan Metode Sunjoto, sehingga didapatkan  $Q_{\text{resapan}} = 0,1396 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Untuk menanggulangi  $Q_{\text{genangan}}$ , akan dibuat sumur resapan sebanyak 5 buah. Sumur resapan akan di letakkan sebelum saluran yang mengalami genangan. Saluran yang akan diletakkan sumur resapan adalah

Gambar tipikal sumur resapan telah disajikan pada gambar 8.



Gambar 8. Tipikal Sumur Resapan

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 12. Analisis Debit Resapan

No	Saluran	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)				Q total (m <sup>3</sup> /det)	Q Saluran Eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Q Genangan (m <sup>3</sup> /det)	Kondisi Saluran
		Q limpasan (m <sup>3</sup> /det)	Q tambahan (m <sup>3</sup> /det)	Q Sumur Resapan (m <sup>3</sup> /det)	Q total (m <sup>3</sup> /det)				
1	S (1-2)	0,0901	0		0,09013	0,246755		OK	
2	S (73-74)	0,0000	0		0,00000	0,234480		OK	
3	S (76-75)	0,0443	0		0,04433	0,288584		OK	
4	S (74-75)	0,0258	0,04433474		0,07009	0,070698		OK	
5	S (4-3)	0,0335	0,07009241		0,10359	0,237130		OK	
6	S (5-6)	0,0313	0		0,03128	0,231959		OK	
7	S (6-3)	0,0187	0,03128208		0,05000	0,078956		OK	
8	S (34-35)	0,0547	0,2437251		0,29847	0,560905		OK	
9	S (35-36)	0,0065	0,29847329		0,30500	0,666496		OK	
10	S (37-36)	0,0556	0		0,05555	0,313826		OK	
11	S (36-38)	0,0000	0,36054606		0,36055	1,358211		OK	
12	S (8-7)	0,0305	0		0,03051	0,236536		OK	
13	S (77-78)	0,0000	0		0,00000	0,383062		OK	
14	S (78-79)	0,0192	0		0,01921	0,096808		OK	
15	S (80-79)	0,0547	0		0,05473	0,375036		OK	
16	S (9-10)	0,0302	0,07393722		0,10417	0,234961		OK	
17	S (10-7)	0,0122	0,10417012		0,11639	0,291756		OK	
18	S (39-38)	0,0410	0,11638828		0,15738	0,309878		OK	
19	S (38-40)	0,0427	0,51792532		0,56064	0,743923		OK	
20	S (12-11)	0,0295	0		0,02951	0,214293		OK	
21	S (82-81)	0,0000	0		0,00000	0,218623		OK	
22	S (81-83)	0,0165	0		0,01653	0,137569		OK	
23	S (84-83)	0,0150	0		0,01497	0,287647		OK	
24	S (13-14)	0,0267	0,03150082		0,05823	0,198397		OK	
25	S (14-11)	0,0078	0,05823122		0,06606	0,088127		OK	
26	S (41-40)	0,0120	0,09556829		0,10759	0,329023		OK	
27	S (40-42)	0,0219	0,66823629	0,13958	0,69011	0,887179		OK	
28	S (16-15)	0,0000	0		0,00000	0,195542		OK	
29	S (85-86)	0,0221	0		0,02214	0,173175		OK	
30	S (17-18)	0,0337	0,02213732		0,05579	0,300455		OK	
31	S (18-15)	0,0024	0,05579489		0,05817	0,246507		OK	
32	S (43-42)	0,0159	0,05817137		0,07405	0,343306		OK	
33	S (42-44)	0,0065	0,60328852	0,13958	0,60975	0,831731		OK	
34	S (20-19)	0,0000	0		0,00000	0,281580		OK	
35	S (88-89)	0,0210	0		0,02103	0,251165		OK	
36	S (87-89)	0,0196	0		0,01964	0,194977		OK	
37	S (21-22)	0,0266	0,0406728	0,13958	0,06724	0,251853		OK	
38	S (22-19)	0,0058	0		0,00000	0,064892		OK	
39	S (45-46)	0,0125	0		0,00000	0,377907		OK	
40	S (46-47)	0,0041	0,48256074		0,48662	0,644586		OK	
41	S (24-23)	0,0000	0		0,00000	0,349954		OK	
42	S (91-90)	0,0000	0		0,00000	0,103264		OK	
43	S (90-92)	0,0176	0		0,01756	0,280695		OK	
44	S (93-92)	0,0611	0		0,06107	0,224311		OK	
45	S (25-26)	0,0272	0,07862805		0,10583	0,183968		OK	
46	S (26-23)	0,0099	0,10582869		0,11569	0,135285		OK	
47	S (49-48)	0,0172	0,11569327		0,13292	0,376151		OK	
48	S (48-50)	0,0066	0,61953697		0,62619	0,959631		OK	
49	S (28-27)	0,0000	0		0,00000	0,137971		OK	
50	S (94-95)	0,0000	0		0,00000	0,141218		OK	
51	S (95-96)	0,0122	0		0,01219	0,092362		OK	
52	S (97-96)	0,0307	0		0,03070	0,091574		OK	
53	S (29-30)	0,0178	0,04288433		0,06070	0,103199		OK	
54	S (30-27)	0,0093	0,06069841	0,13958	0,06998	0,151225		OK	
55	S (52-51)	0,0000	0,06998416	0,13958	0,06998	0,229198		OK	
56	S (51-53)	0,0139	0,5717096		0,57104	0,693315		OK	
57	S (53-54)	0,0000	0,5710378		0,57104	3,006773		OK	
58	S (63-62)	0,0416	0	0,13958	0,04163	0,149611		OK	
59	S (61-55)	0,0000	0		0,00000	0,031262		OK	
60	S (55-56)	0,0000	0,5710378		0,57104	3,227858		OK	
61	S (57-58)	0,0406	0,71509106		0,75566	2,880944		OK	
62	S (72-59)	0,0500	0		0,04999	0,191104		OK	
63	S (70-67)	0,0759	0		0,07588	0,221412		OK	
64	S (71-57)	0,0682	0,07588387		0,14405	0,209264		OK	
65	S (59-60)	0,0156	0,80565146		0,82122	3,330248		OK	
66	S (69-68)	0,0152	0,8212216		0,83646	3,247458		OK	
<b>Total</b>								0,000000	

Keterangan:

- : Tinjau saluran yang mengalami genangan air ataupun banjir.
- : Penambahan sumur resapan
- : Hasil tinjauan saluran yang mengalami genangan.

**Pembahasan**

Dalam analisis hidrologi dilakukan uji outlier untuk mengetahui apakah terdapat data yang menyimpang dari data yang diambil, akan tetapi setelah melakukan uji outlier tersebut tidak terdapat data yang menyimpang sehingga data curah hujan tersebut akan tetap digunakan. Setelah itu dilakukan analisis frekuensi untuk mengetahui hujan rencana dan tipe distribusi

yang akan digunakan dengan melihat syarat-syarat tipe distribusi.

Dari hasil perhitungan didapat Standar deviasi (S) = 34,9475; Koefisien kemencengan (Coefficient of Skewness) (Cs) = 1,3935; Koefisien Kurtosis = 5,274 dan Koefisien variasi (Cv) = 0,33822. Dengan melihat syarat-syarat distribusi yang ada, maka digunakan distribusi Log-Person III. Pada analisis hidrologi akan didapatkan nilai debit rencana pada lokasi tersebut. Hujan rencana yang didapat dari hasil analisis adalah X<sub>TR</sub> = 148,57 mm dengan periode ulang 10 tahun.

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah saluran tersebut mampu menampung debit air yang masuk ke dalam saluran dengan mengacu pada syarat Q<sub>kapasitas</sub> > Q<sub>rencana</sub>. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terdapat beberapa saluran yang tidak mampu menampung debit air yang masuk. Ketidakmampuan inilah yang menyebabkan terjadinya genangan air ataupun banjir. Kemudian dilakukan analisis perubahan dimensi berupa kedalaman saluran pada saluran yang mengalami genangan, akan tetapi perubahan dimensi yang dilakukan masih terdapat beberapa saluran yang mengalami genangan. Maka dari itu dilakukan perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan (eko-drainase) berupa sumur resapan.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil analisis yang dilakukan, didapatkan hujan rencana berdasarkan P3KT di Sulawesi Utara dengan periode ulang 10 tahun adalah 148,57 mm. Dari hasil analisis didapatkan 66 saluran yang ada pada lokasi penelitian terdapat 31 saluran yang tidak mampu menampung debit rencana yang diberikan. Kemudian dari ke 31 saluran yang ada dilakukan perubahan dimensi saluran berupa penambahan kedalam saluran yaitu H = 0,65 m dan terdapat 5 saluran yang masih mengalami masalah mengenai genangan. Total debit yang meluap di seluruh saluran adalah 0,66455 m<sup>3</sup>/det.

Alternatif yang digunakan dalam menanggulangi genangan air ataupun banjir adalah sistem drainase berwawasan lingkungan dengan menggunakan sumur

dibutuhkan untuk menampung debit yang meluap adalah 5 buah, dengan ukuran dimensi sumur resapan yaitu  $H = 1$  m, dan  $R = 1$  m. Sumur resapan direncanakan akan diletakkan pada saluran yang berpengaruh terhadap saluran yang mengalami genangan ataupun banjir dan sebelum saluran yang mengalami genangan air ataupun banjir, yaitu pada S (40 – 42), S (42 – 44), S (21 – 22), S (52 – 51) dan S (63 – 62).

### Saran

Agar sistem drainase pada daerah perumahan dapat bekerja secara optimal, maka disarankan :

1. Melakukan pembersihan saluran secara rutin baik dari sampah maupun endapan yang terdapat di tiap-tiap saluran.
2. Merubah dimensi saluran berupa penambahan kedalaman saluran.
3. Memberikan penyuluhan tentang pemanfaatan sumur resapan kepada masyarakat

### DAFTAR PUSTAKA

- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. 2018. Data Curah Hujan.
- Bunganaen. W., Penna. Chrestta., Sir. T.M.W., 2016. Jurnal Teknik Sipil : *Pemanfaatan Sumur Resapan Untuk Meminimalisir Genangan Di Sekitar Jalan Cak Doko*, Jurusan Teknik Sipil, FST Undana, Vol. V No. 1 April 2016.
- CD Soemerto, 1999. *Hidrologi Teknik Edisi Ke – 2*. Penerbit Erlangga. Jakarta, hal 2-3 , hal 6-10
- Hadihardaja, J. 1997. *Rekayasa Lingkungan*. Penerbit Gunadarma. Jakarta
- Kusnaedi. 1995. *Membangun Desa*. Penebar Surabaya . Jakarta.
- La'la Monica.2017. Jurnal Sipil Statik : *Penataan Drainase di Kawasan Kantor Badan Pusat Statistik Kelurahan Kelurahan Bumi Nyiur Manado*, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi, Vol.5 No.3 Mei 2017 (151-166) ISSN: 2337-6732
- Linsley, R. K., Kohler, M. A., dan Paulhus, J. L. H., 1989. *Hidrologi untuk Insinyur*, Edisi Ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta, hal 45-50
- Mangangka, I. R. 2015. *Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko-Drainase) Untuk Mendukung Sanitasi*.Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.
- Mulawati, D. N dan Mas Agus Mardiyanto. 2015. Jurnal Teknik : *Perencanaan Penerapan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko-Drainase) Menggunakan Sumur Resapan di Kawasan Rungkut*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Lingkungan, ITS Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539(2301-9271 Print)
- Pradiko. H., Arwin., dkk. 2017. Jurnal Teknik Sipil : *Model Penerapan Drainase Berwawasan Lingkungan Skala Individu di Lahan Permukiman Kawasan Bandung Utara*, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB Vol. 24 No. 1 April 2017, 83-90
- Riogilang, H, 2016. Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi : *Identifikasi dan Pedampingan untuk Mengatasi Masalah Sanitasi pada Pemukiman Kumuh di Kampung Sanger, Sario Manado*. Abstrak
- SNI: 03-2453-2002.(2002). *Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*.
- Soewarno,1995. *Hidrologi - Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I*.Penerbit Nova

Sosarodarsono, S., Kazuto Nakazawa. 1983. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. Penerbit : P.T. pradnya Paramita. Jakarta.

Sri Harto BR, 2000. *HIDROLOGI*. Penerbit Nafiri Offset. Yogyakarta, hal 23-25.

Sunjoto,2011. *Teknik Drainase Pro-Air*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Suripin,2004. *Sistem Drainase Perkotaann Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta. Andi Offset