

PENATAAN SISTEM DRAINASE DI JALAN SUNGAI MUSI KELURAHAN SINGKIL II KECAMATAN SINGKIL KOTA MANADO

Arsita Maria Manengkey

Jeffrey S. F. Sumarauw, Liany A. Hendratta

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: arsitamaria@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil adalah daerah yang seringkali tergenang akibat curah hujan yang tinggi. Genangan terjadi karena saluran yang ada tidak mampu menampung debit air. Bahkan ada beberapa titik di ruas jalan yang tidak memiliki saluran. Hal inilah yang mengakibatkan daerah tersebut sering tergenang dan merugikan masyarakat sekitar. Diperlukan penataan kembali dan penambahan sistem saluran drainase yang baru agar masyarakat dapat melakukan aktivitas dengan aman. Metode analisis yang dipakai adalah Analisis Hidrologi dengan menggunakan distribusi Log-Pearson III. Debit rencana dihitung dengan Metode Rasional. Analisis Hidraulika untuk menghitung kapasitas tampung debit yang masuk di saluran eksisting dan rencana dengan menggunakan rumus Manning. Kedua hasil ini kemudian dibandingkan ($Q_{kaps} > Q_{renc}$) untuk melihat kemampuan dari setiap ruas saluran. Berdasarkan hasil analisis dari tiga puluh sembilan saluran eksisting terdapat dua saluran eksisting dan dua gorong-gorong eksisting yang tidak mampu menampung debit hujan dengan kala ulang 10 tahun. Diperlukan perbaikan dimensi saluran dan gorong-gorong. Selain itu, ditambahkan sembilan ruas saluran rencana yang baru karena di beberapa titik ruas jalan belum memiliki saluran.

Kata Kunci: Debit Rencana, Analisis Hidrologi, Analisis Hidraulika, Genangan, Sistem Drainase.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Drainase merupakan komponen terpenting dalam suatu perencanaan infrastruktur sebuah kota yang menanggulangi masalah banjir dan genangan air. Usaha tersebut berupa tindakan teknis untuk menangani air kelebihan (yang berasal dari air hujan, rembesan, kelebihan air irigasi, atau air buangan lainnya) dengan cara mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu.

Jalan Sungai Musi merupakan salah satu jalan yang terletak di Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado. Di daerah ini pertumbuhan penduduk cukup besar sehingga aktivitas masyarakat yang ada menjadi sangat ramai. Fasilitas-fasilitas yang terdapat di daerah ini antara lain pabrik, gereja, masjid dan lain sebagainya.

Jalan Sungai Musi pada dasarnya sudah memiliki saluran drainase, namun saluran yang ada tidak berfungsi dengan baik dan menyebabkan genangan di lokasi tersebut dan terdapat juga beberapa titik di ruas jalan yang tidak memiliki saluran, sehingga dibutuhkan penataan kembali

sistem saluran drainase agar tidak menyebabkan kerugian, kerusakan yang lebih parah dan masyarakat merasa nyaman melakukan aktivitas di daerah lokasi tersebut.

Rumusan Masalah

Terjadinya genangan pada beberapa titik ruas jalan di area Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado menjadi masalah yang mengganggu aktivitas masyarakat sekitar serta dapat merusak konstruksi jalan yang ada pada area genangan tersebut.

Tujuan Penelitian

Melakukan penataan kembali sistem drainase untuk mendapat sistem drainase yang lebih layak di area Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil, Kota Manado.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat membantu masalah sistem drainase di area Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil sehingga masyarakat sekitar dapat terlepas

dari masalah serius apabila terjadi genangan atau bahkan banjir.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris “*drainage*” mempunyai arti mengalir, menguras, membuang, atau mengalirkan air.

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan merupakan analisis awal data curah hujan sebelum diolah untuk digunakan pada analisis selanjutnya (Rotikan, 2019).

Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari sebuah variabel disebut dengan parameter statistik. Parameter statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Mean* (\bar{x})
2. Standar Deviasi (*S*)
3. Koefisien Variasi (C_v)
4. Koefisien *Skewness* (C_s)
5. Pengukuran Kurtosis (C_k)

Uji Data *Outlier*

Data *outlier* adalah data yang secara statistik menyimpang jauh dari kumpulan datanya (Nurhamidin, 2015). Berikut ini adalah syarat untuk pengujian data *outlier* berdasarkan koefisien *skewness* ($C_{s_{log}}$).

- $C_{s_{log}} > 0,4$; uji *outlier* tinggi, koreksi data kemudian, *outlier* rendah.
- $C_{s_{log}} < -0,4$; uji *outlier* rendah, koreksi data kemudian, *outlier* tinggi.
- $-0,4 \leq C_{s_{log}} \leq 0,4$; uji bersama *outlier* tinggi atau rendah, kemudian koreksi.

Analisis Distribusi Peluang

Analisis distribusi peluang adalah menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu dengan melihat nilai syarat parameter yang akan digunakan sebagai pemilihan tipe distribusi yang akan digunakan. (Rurung, 2019). Metode-metode distribusi yang umumnya dipakai adalah :

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

Pemilihan Tipe Distribusi

Setiap tipe distribusi memiliki sifat yang khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat masing-masing tipe distribusi tersebut (Pania, 2013). Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut :

- 1) Distribusi Normal
 $C_s \approx 0$; $C_k \approx 3$
- 2) Distribusi Log-Normal
 $C_s \approx C_v^3 + 3 C_v$
 $C_k \approx C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
- 3) Distribusi Gumbel
 $C_s \approx 1,14$; $C_k \approx 5,40$
- 4) Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Normal III.

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia dapat dihitung dengan rumus Mononobe (Suripin, 2004).

$$\text{Rumus Mononobe : } I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (1)$$

Keterangan:

- I* = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),
*R*₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm),
T = lamanya hujan (jam)

Periode Ulang

Periode Ulang adalah periode waktu/tahun dimana suatu hujan dengan jangka waktu tertentu dan intensitas tertentu dianggap bisa terjadi atau kemungkinan terjadinya satu kali dalam batas period yang ditetapkan (Lengkong, 2018).

Tabel 1. Periode ulang (*return period*) perencanaan drainase perkotaan

Tipologi Kota	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101 – 500	> 500
Metropolitan	2	2-5	5-10	10-25
Besar	2	2-5	2-5	5-20
Sedang	2	2-5	2-5	5-10
Kecil	2	2	2	2-5

Sumber: Direktorat PLP Dept PU, 2012.

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) (Suripin, 2004).

Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q_{rencana} = 0,278 \times C \times I \times A_{dps} \quad (2)$$

Keterangan :

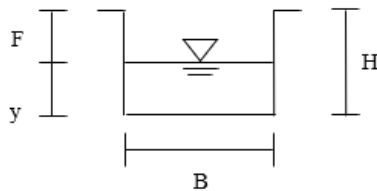
- Qrencana = debit rencana (m³/det),
- C = koefisien pengaliran,
- I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),
- A_{dps} = catchment area (km²).

Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidraulis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkap nya.

Penampang Hidraulis Saluran

- Penampang Persegi



Rumus :

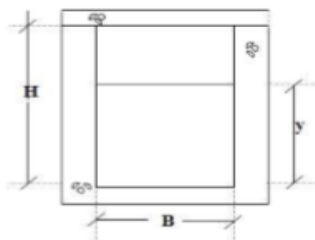
$$A = B \times y \quad (3)$$

$$P = B + 2y \quad (4)$$

$$R = \frac{B \times y}{B + 2y} \quad (5)$$

Perencanaan Gorong-Gorong

Gorong-gorong merupakan salah satu bangunan pelengkap dalam sistem drainase. Gorong-gorong adalah sarana penyeberangan aliran air apabila di atasnya terdapat jalan atau pelintasan.



$$Q = \mu \times A \times V \quad (6)$$

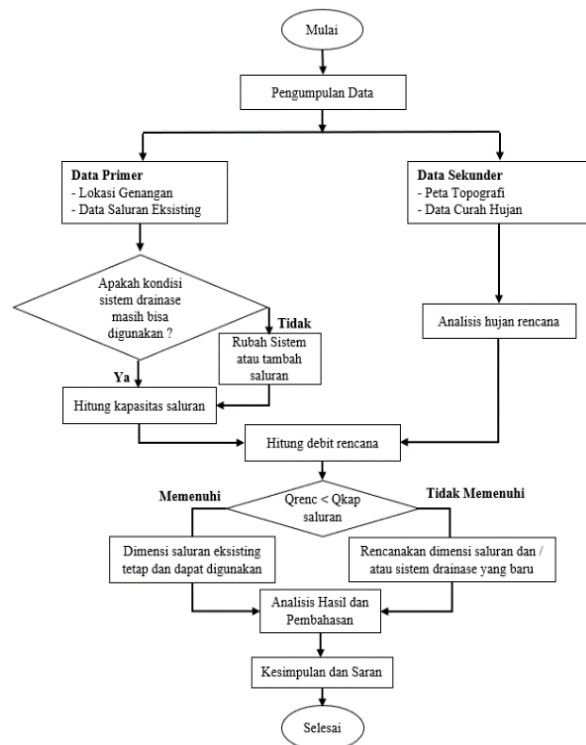
$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

$$P = B + 2y \quad (8)$$

Gorong-gorong dapat berupa bois beton (lingkaran) atau *box culvert* (saluran empat persegi panjang) dengan pelat beton di atasnya sebagai penutup dan penahan dari jalan raya.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan di lokasi penelitian, didapati kondisi saluran eksisting yang kurang baik sehingga perlu penataan kembali saluran yang bermasalah dan perlu penambahan saluran drainase demi kelancaran sistem drainase yang ada. Gambar di bawah ini merupakan beberapa keadaan saluran eksisting

yang ada di tempat penelitian, ada saluran yang dangkal bahkan ada yang tidak mempunyai saluran.



Gambar 2. Kondisi eksisting drainase

**Analisis Hidrologi
Data Curah Hujan**

Dalam analisis hidrologi ini digunakan data curah hujan harian maksimum pengamatan selama 10 tahun yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I yang menggunakan DAS Talawaan.

Tabel 2. Curah hujan harian maksimum di Pos Stasiun Tinooor

Tahun	Hujan Harian Max (mm)
2008	161
2009	106
2010	110
2011	141,5
2012	118
2013	94
2014	94
2015	131
2016	151
2017	183

Uji Data Outlier

Pengujian data outlier dimulai dengan menghitung nilai-nilai parameter statistik, nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien kemencengan (*Skewness*) dari data yang ada dan data pengamatan diubah dalam nilai log. Pengujian data outlier sebagai berikut :

Tabel 3. Analisis Data Outlier

M	x _i (mm)	log x _i	(log x _i - log \bar{x})	(log x _i - log \bar{x}) ²	(log x _i - log \bar{x}) ³
1	94	1,9731	-0,1270	0,0161	-0,0020
2	94	1,9731	-0,1270	0,0161	-0,0020
3	106	2,0253	-0,0748	0,0056	-0,0004
4	110	2,0414	-0,0587	0,0034	-0,0002
5	118	2,0719	-0,0282	0,0008	0,0000
6	131	2,1173	0,0172	0,0003	0,0000
7	141,5	2,1508	0,0506	0,0026	0,0001
8	151	2,1790	0,0789	0,0062	0,0005
9	161	2,2068	0,1067	0,0114	0,0012
10	183	2,2625	0,1623	0,0264	0,0043
Σ	1289,5	21,001	0,0000	0,0889	0,0014
\bar{x}	128,95	2,100			

a. Nilai Rata-Rata

$$\log \bar{x} = \frac{\Sigma \log x_i}{n} = 2,100$$

b. Standar Deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\Sigma (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} = 0,099393 \text{ (Koefisien}$$

Kemencengan (*Skewness*)

$$C_{S_{\log}} = \frac{n \Sigma (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log})^3} = 0,195231$$

Dari hasil perhitungan didapat $-0,4 \leq C_{slog} \leq 0,4$. Maka, dilakukan uji outlier rendah dan tinggi sekaligus.

• Uji outlier tinggi

$$\log XH = \log X + K_n \times S_{log}$$

karena $n = 10$ maka $K_n = 2,036$ (Diambil dari tabel nilai K_n uji data outlier ‘Soewarno’, 1995)

$$\log XH = 2,100 - [(2,036)(0,099393)]$$

$$= 2,302477$$

$$XH = 200,66746 \text{ mm}$$

Data curah hujan tertinggi yang ada adalah 183 sedangkan syarat terendah uji outlier tinggi diperoleh 200,66746 mm jadi tidak terdapat data outlier tinggi. Maka masih menggunakan data yang tetap.

• Uji outlier rendah

$$\log XL = \log X - K_n \times S_{log}$$

$$n = 10$$

$K_n = 2,036$ (diambil dari tabel nilai K_n uji data outlier ‘Soewarno’, 1995)

$$\log XL = 1,897747$$

$$XL = 79,02175 \text{ mm.}$$

Data curah hujan terendah yang ada adalah 94 mm sedangkan syarat terendah uji outlier terendah diperoleh 79,02175 mm jadi tidak terdapat outlier rendah. Maka masih menggunakan data yang tetap.

Tabel 4. Perhitungan parameter statistik pengamatan

M	xi (mm)	(xi - \bar{x})	(xi - \bar{x}) ²	(xi - \bar{x}) ³	(xi - \bar{x}) ⁴
1	94	-34,95	1221,5025	-42691,5124	1492068,3575
2	94	-34,95	1221,5025	-42691,5124	1492068,3575
3	106	-22,95	526,7025	-12087,8224	277415,5235
4	110	-18,95	359,1025	-6804,992375	128954,6055
5	118	-10,95	119,9025	-1312,932375	14376,6095
6	131	2,05	4,2025	8,6151	17,6610
7	141,5	12,55	157,5025	1976,656375	24807,0375
8	151	22,05	486,2025	10720,76513	236392,8710
9	161	32,05	1027,2025	32921,8401	1055144,9760
10	183	54,05	2921,4025	157901,8051	8534592,5670
Σ	1289,5	0,00000000000011369	8045,2250	97940,9100	13255838,5661
\bar{x}	128,95				

Parameter Statistik

Dari data pengamatan dilakukan perhitungan untuk mengetahui tipe distribusi yang akan digunakan untuk mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Nilai-nilai parameter statistik tersebut seperti berikut :

1. Rata-rata (*Mean*)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 128,95$$

2. Standar Deviasi (*Simpangan Baku*)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 29,89839275$$

3. Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} = 0,23186$$

4. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$$CS = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = 0,50897$$

5. Koefisien Kurtosis (*Kurtosis Coefficient*)

$$CK = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 = 0,329143513$$

Analisis Distribusi Peluang

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

1. Distribusi Normal

$$Cs \approx 0 ; Ck \approx 3$$

2. Distribusi Log-Normal

$$Cs \approx Cv^3 + 3 Cv$$

$$Ck \approx Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$$

3. Distribusi Gumbel

$$Cs \approx 1,14 ; Ck \approx 5,40$$

4. Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log- Pearson III.

Tabel 5. Tinjauan distribusi berdasarkan parameter statistik

No	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil Syarat Parameter	Parameter Hasil Analisis	Keterangan
1.	Distribusi Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3		Tidak Memenuhi
2.	Distribusi Log-Normal	Cs ≈ Cv ³ +3Cv Ck ≈ Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² +3	Cs = 0,7080 Ck = 3,9044	Cs = 0,50897 Ck = 0,32914	Tidak Memenuhi
3.	Distribusi Gumbel	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,40	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,40		Tidak Memenuhi
4.	Distribusi Log-Pearson III	Karena tidak ada yang memenuhi dari ketiga kriteria di atas maka tipe sebaran ini dianggap mengikuti tipe Distribusi Log-Pearso III			

Analisis Debit Saluran Eksisting

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

- Koefisien Pengaliran (C)
Penentuan koefisien pengaliran (C) diperoleh dengan melihat penggunaan lahan pada lokasi perencanaan.

- Debit Limpasan
Perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Hasil perhitungan diperlihatkan pada Tabel 6.

Pembahasan

• Survey lokasi

Survei lokasi yaitu melakukan survei genangan yang terjadi pada lokasi penelitian dan melihat kondisi saluran eksisting yang ada. Serta melakukan wawancara dengan masyarakat setempat untuk mengetahui secara pasti bahwa lokasi penelitian di Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado sering terjadi genangan setiap kali hujan turun.

• Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi diperlukan data curah hujan. Data curah hujan yang diambil yaitu data curah hujan harian maksimum dengan data pengamatan selama 10 tahun dari tahun 2009 – 2018 yang diambil dari BMKG Stasiun Klimatologi Minahasa Utara.

Dalam analisis hidrologi ini dilakukan uji outlier untuk mengetahui apakah ada data yang menyimpang dari data yang diambil, ternyata dalam uji outlier tidak terdapat data yang menyimpang. 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) = 29,89839275, Koefisien kemencengan (Skewness Coefficient) (CS) = 0,50897, Koefisien kurtosis (Kurtosis Coefficient) (CK) = 0,329143513 dan Koefisien variasi (Variation Coefficient) (CV) = 0,23186 dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi Log-Pearson III, karena data yang ada tidak memenuhi ketiga distribusi yang ada, yaitu : distribusi normal, distribusi log normal, dan distribusi gumbel. Hujan rencana yang ada didapat dari hasil analisis hidrologi adalah $XTR = 168,2$ mm.

• Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dilakukan untuk mengetahui kondisi kapasitas saluran eksisting yang ada di lokasi penelitian apakah saluran mampu menampung debit aliran yang masuk di saluran tersebut dengan mengacu pada syarat bahwa $Q_{kapasitas} > Q_{rencana}$. Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa beberapa saluran drainase dan gorong-gorong yang ada sudah tidak mampu menampung debit aliran yang masuk, hal ini terjadi karena ada beberapa saluran dan gorong-

gorong mempunyai ukuran dimensi yang dangkal bahkan ada yang tidak mempunyai saluran. Maka perlu dilakukan perbaikan saluran dan gorong-gorong serta penambahan saluran drainase baru di lokasi penelitian karena banyak saluran dan gorong-gorong yang fungsinya sudah tidak berjalan dengan baik. Dari hasil analisis maka dilakukan :

- Pembuatan sistem drainase yang baru.
- Pembuatan ruas saluran yang baru, yaitu : S(1-2), S(3-4), S(22-21), S(28-27), S(30-25), S(33-16), S(19-20), S(34-35), S(54-44).
- Perubahan dimensi saluran eksisting, yaitu : S(13-14), S(43-44).
- Perubahan dimensi gorong-gorong eksisting, yaitu : G(10-11), G(15-16).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka disimpulkan:

1. Di lokasi penelitian tepatnya Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado sudah memiliki sistem drainase namun sistem tersebut tidak mampu menampung debit air yang masuk di saluran, oleh karena itu perlu dilakukan penambahan ruas saluran baru, perubahan dimensi saluran eksisting serta penambahan gorong-gorong baru, agar dapat menampung debit air yang masuk di saluran dengan sistem yang direncanakan.
2. Dari tiga puluh sembilan ruas saluran eksisting yang ada terdapat dua saluran yang harus dirubah dimensinya, S(13-14), S(43-44).
3. Penambahan sembilan ruas saluran yang baru, S(1-2), S(3-4), S(22-21), S(28-27), S(30-25), S(33-16), S(19-20), S(34-35), S(54-44).
4. Dari empat gorong-gorong eksisting yang ada terdapat dua gorong-gorong yang harus dirubah dimensinya, G(10-11), G(15-16).
5. Penambahan enam gorong-gorong yang baru, yaitu : G(5-8), G(18-16), G(14-11), G(10-21), G(31-28), G(60-61).

Saran

Perlu adanya kesadaran dari masyarakat sekitar untuk menjaga kebersihan lingkungan sekitar dan merawat saluran drainase secara berkala. Dengan cara tidak membuang sampah sembarang dan melaksanakan kerja bakti setiap minggunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, 1997. *Hidrologi Saluran Terbuka*, CV. Citra Media, Surabaya, hal.366
- Badan Wilayah Sungai Sulawesi I, 2018. Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Talawaan.
- Direktorat Jendral Pengairan Dept PU, 1986. Standart Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04, hal 103.
- Direktorat PLP Dept PU, 2012. Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan, hal 24; 55; 114.
- French, Richard H., 1986. *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, New York, hal 276.
- Lengkong, Jeanifer., Jeffry S. F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan, 2018. *Penataan Sistem Saluran Drainase di Kompleks Perumahan Minanga Permai Kelurahan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.5 Mei 2018 (323-338) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Nurhamidin, Achmad Erwin., M. Ihsan Jasin, Fuad Halim, 2015. *Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa)*. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.9 September 2015 (599-612) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Ondang, Gisela., Jeffry S. F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan, 2018. *Pengembangan Sistem Drainase di Lingkungan Lima Kelurahan Wawalintouan Kecamatan Tondano Barat Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.2 Februari 2018 (75-90) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Peraturan Menteri PU RI, 2014. Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, hal 63; 40.
- 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 Maret 2019 (337-350) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Rurung, Muhammad Alriansyah., Herawaty Riogilang, Liany A. Hendratta, 2019. *Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan di Lahan Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.2 Februari 2019 (189-200) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung, hal 37.
- Subarkah, Imam., 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung, hal 55-56; 199; 200.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta, hal 7-8; 20-21; 27-31; 35-37; 39-42; 50-51; 66-67; 74; 82; 145.
- Triadmojo, Bambang., 2006. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 1; 206.

Halaman ini sengaja dikosongkan