



## EVALUASI SALURAN PRIMER PADA DAERAH CEKUNGAN JALAN BETOAMبارI KOTA BAUBAU

<sup>1</sup> Idwan, <sup>2</sup> Ahmad Efendi, <sup>3</sup> Romy Talanipa

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Buton

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Buton

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo Kendari

Koresponden Author : [romy.talanipa\\_ft@uho.ac.id](mailto:romy.talanipa_ft@uho.ac.id)

Info Artikel	ABSTRAK
Diajukan : 21 Juni 2019 Diperbaiki : 25 Juni 2019 Disetujui : 28 Juni 2019	<p>Kota Baubau merupakan daerah dengan pemukiman yang padat dengan wilayah topografi yang berbukit-bukit dan cekungan serta berada pada wilayah pesisir serta bantaran sungai yang membagi wilayah Kota Baubau. Kondisi topografi yang berbukit dan cekungan tersebut merupakan kondisi yang strategis sekaligus ancaman dalam menata ruang perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi minimum saluran primer pada daerah cekungan di Jalan Betoambari Kota Baubau. Analisis yang digunakan untuk analisis hidrologi yang menggunakan log Pearson III dan gumbel untuk mengukur curah hujan dan Intensitas curah hujan menggunakan Mononobe. Adapun hasil yang diperoleh bahwa jumlah debit banjir pada daerah cekungan sebesar 1,854 m<sup>3</sup>/detik dengan dimensi saluran yaitu tinggi saluran 1,33 meter dengan lebar dasar saluran 1,99 meter dengan asumsi tinggi jagaan sebesar 0,63 meter.</p> <p><b>Kata Kunci :</b> Drainase, Log Person III, Mononobe, Debit Rencana</p>

### PENDAHULUAN

Kota merupakan daerah yang memiliki batas wilayah administratif dengan kondisi permukiman yang beraneka ragam serta di dukung infrastruktur yang memadai antara lain adalah tempat perbelanjaan, sekolah, tempat ibadah, sarana air bersih, dan sistem pembuangan. Infrastruktur tersebut sangat dibutuhkan untuk mendukung kehidupan masyarakat yang ada dalam suatu wilayah. Pembangunan infrastruktur yang baik harus di tata dengan baik yang berlandaskan asas lingkungan yang berkesinambungan.

Infrastruktur mendasar dalam menata wilayah perkotaan adalah sistem pembuangan air yang harus dilihat secara komprehensif bukan hanya berdasarkan lokasi tempat yang akan dibangun infrastruktur tersebut. Infrastruktur tersebut biasa disebut drainase yang tersebar dalam setiap permukiman. Drainase merupakan bangunan bertujuan untuk mengalirkan air yang berlebihan dari suatu lokasi yang ada di permukiman penduduk. Drainase sering tidak berfungsi jika di dalam penampang tersebut banyak terdapat sampah dan sedimen. Timbulan

sampah ini umumnya berasal dari manusia itu sendiri yang tidak sadar dalam menjaga lingkungannya. Selain itu sampah juga berasal dari dedaunan serta endapan yang dihanyutkan oleh air hujan. Permasalahan lain yang timbul adalah kondisi eksisting yang sudah tidak mampu menampung air yang mengalir dalam wilayah tersebut. Kondisi eksisting yang tidak mampu menampung tersebut tersebut diperparah dengan kondisi fisik struktur drainase yang rusak parah sehingga menghambat arus air yang mengalir di dalam drainase tersebut.

Kota Baubau merupakan daerah dengan pemukiman yang padat dengan wilayah topografi yang berbukit-bukit dan cekungan serta berada pada wilayah pesisir serta bantaran sungai yang membagi wilayah Kota Baubau. Kondisi topografi yang berbukit dan cekungan tersebut merupakan kondisi yang strategis sekaligus ancaman dalam menata ruang perkotaan.

Kondisi eksisting drainase di Kota Baubau banyak terjadi endapan dan terjadi genangan di daerah dataran rendah. Wilayah SMUN 2 Baubau yang terletak di Jalan Betoambari merupakan daerah dataran rendah yang masuk wilayah

cekungan yang setiap musim penghujan mengalami peluapan air. Kondisi ini disebabkan wilayah tersebut merupakan wilayah cekungan dan kondisi eksisting drainase yang tidak memadai.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah debit air banjir yang ada Jalan Betoambari Kota Baubau serta untuk menentukan dimensi saluran yang sesuai pada daerah cekungan di jalan Betoambari Kota Baubau.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif sederhana dengan menggunakan analisis hidrologi guna mendapatkan debit rencana untuk menggambarkan situasi yang terjadi dalam perencanaan dimensi saluran. Adapun langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

**1. Menentukan Jenis dan Sumber Data**

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperlukan data primer dan data sekunder, yaitu:

- a. Data primer adalah data yang langsung diperoleh dari pengukuran langsung seperti luas areal genangan.
- b. Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui data-data statistik.

**2. Model Pemecahan Masalah**

Pemecahan masalah yang digunakan untuk mengevaluasi saluran primer yaitu dengan menggunakan metode analisis hidrologi Log Pearson Type III, Gumbel dan *try and error* dalam perhitungan dimensi saluran.

**3. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi atau survey lapangan. Pengamatan dan pengukuran langsung dilakukan dilapangan untuk mendapatkan informasi yang jelas tentang suatu masalah dengan tujuan mengukur kondisi nyata dan merumuskannya.

**4. Teknik Analisis Data**

Menentukan debit rencana. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan prosedur pelaksanaan perhitungan untuk merencanakan dan melengkapi data penelitian, yakni:

- a. Data curah hujan bulanan selama sepuluh tahun terakhir yang didapatkan dari stasiun curah hujan BMKG Betoambari.
- b. Menganalisa curah hujan maksimum pada periode ulang (tr) tahun .
- c. Menentukan distribusi frekuensi curah hujan yang akan dipilih (Distribusi Gumbel, dan Log Person III).
- d. Menghitung Intensitas (I) curah hujan rata-rata.
- e. Menghitung Waktu Konsentrasi (tc) dan Kemiringan Saluran (S).
- f. Menghitung Luas Pengaliran (A) dan Koefisien Limpasan (C).
- g. Menghitung Debit Banjir Rencana (Qr) dengan Rumus Rasional dengan periode ulang 5 tahun.
- h. Menghitung Kecepatan Aliran (V).
- i. Menghitung daya tampung (Qs) debit air dari saluran drainase eksisting.
- j. Periksa kapasitas daya tampung (Qs > Qr).

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**1. Analisis Hidrologi**

Perhitungan dalam analisis hidrologi pada penelitian ini hanya terdapat satu stasiun curah hujan yaitu stasiun BMKG Betoambari dimana data yang di olah sebanyak 10 tahun mulai dari 2008 sampai dengan 2017.

a) Distribusi Log-Person III

Tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu harga rata-rata, simpangan baku dan kemencengan. Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person III:

- 1) Ubah data ke dalam bentuk logaritmis

$$X = \log X \quad \dots\dots\dots (1)$$

- 2) Hitung harga rata-rata

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad \dots\dots\dots (2)$$

- 3) Hitung harga simpangan baku

$$S = \left[ \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n - 1} \right]^{0.5} \quad \dots\dots (3)$$

4) Hitung koefisien kemencengan

$$G = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} \quad \dots\dots (4)$$

5) Hitung logaritma hujan dan banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log X_T = \log X + K \cdot s \quad \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

K = Variabel standart (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. Dengan tabel nilai K distribusi Log-Person III.

b) Analisa Distribusi Gumbel

Persoalan yang utama dengan nilai-nilai ekstrim datang dari persoalan banjir. Tujuan dari nilai-nilai ekstrim tersebut datang untuk menganalisis hasil pengamatan nilai-nilai ekstrim tersebut untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrim berikutnya. Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk menganalisis pada data maksimum.

Analisis frekuensi Gumbel tersebut dilakukan dalam persamaan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K \cdot s \quad \dots\dots\dots (6)$$

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan 7.

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

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

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

$Y_{Tr}$  = *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan 8.

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \quad \dots\dots\dots (8)$$

Nilai *Reduced Mean*,  $Y_n$  sebagai fungsi periode ulang, *Reduced Standart Deviation*,  $S_n$  dan *Reduced Variate*,  $Y_{Tr}$  sebagai fungsi periode ulang.

**Tabel 1.** Data Curah Hujan BMKG Betoambari

No	Tahun	DATA CURAH HUJAN (mm)	Log X	Log X - Log X̄	(Log X - Log X̄)	(Log X - Log X̄)²
1	2008	155	2,190	(0,001)	0,000	(0,000)
2	2009	91	1,959	(0,233)	0,054	(0,013)
3	2010	279	2,446	0,254	0,055	0,016
4	2011	153	2,185	(0,007)	0,000	(0,000)
5	2012	153	2,185	(0,007)	0,000	(0,000)
6	2013	132	2,121	(0,071)	0,005	(0,000)
7	2014	133	2,124	(0,068)	0,005	(0,000)
8	2015	122	2,086	(0,105)	0,011	(0,001)
9	2016	172	2,236	0,044	0,002	0,000
10	2017	243	2,386	0,194	0,038	0,007
JUNLAH		1633	21,916	(0,000)	0,179	0,009
RATA - RATA		163,3	2,192	(0,000)	0,018	0,001

Sumber : Data diolah

**Tabel 2.** Hujan Rencana Periode Ulang Tahun Stasiun BMKG Betoambari Metode Log Person Tipe III

Periode ulang (tahun)	Faktor frekuensi (Kt)	Log Xi	S	Log X	Hujan rencana (mm) (Kt)
2	-0,066	2,192	0,141	2,182	152,055
5	0,816	2,192	0,141	2,307	202,768
10	1,317	2,192	0,141	2,377	238,232
25	1,880	2,192	0,141	2,457	286,418
50	2,261	2,192	0,141	2,510	323,913
100	2,615	2,192	0,141	2,560	363,365

Sumber : Data diolah

**Tabel 3.** Data Curah Hujan BMKG Betoambari

No	Tahun	CH (mm)	(Xi - X)^2
1	2008	155	68,89
2	2009	91	5227,29
3	2010	279	13386,49
4	2011	153	106,09
5	2012	153	106,09
6	2013	132	979,69
7	2014	133	918,09
8	2015	122	1705,69
9	2016	172	75,69
10	2017	243	6352,09
Jumlah		1633	28926,10
Rata - Rata		163,3	2892,610
Standar Deviasi			56,69

Sumber : Data diolah

**Tabel 4.** Hujan Rencana Periode Ulang Tahun Stasiun BMKG Betoambari dengan Metode Gumbel

No.	Periode Ulang (tahun)	Yt	Yn	Sn	Faktor Frekuensi (Kt)	X	S	Hujan Rencana (XT) (mm)
1	2	0,3668	0,5070	0,9971	0,141	163,3	56,69	155,329
2	5	1,5004	0,5070	0,9971	0,996	163,3	56,69	219,780
3	10	2,2510	0,5070	0,9971	1,749	163,3	56,69	262,455
4	25	3,1993	0,5070	0,9971	2,700	163,3	56,69	316,370
5	50	3,9028	0,5070	0,9971	3,406	163,3	56,69	356,368
6	100	4,6012	0,5070	0,9971	4,106	163,3	56,69	396,075

Sumber : Data diolah

Berdasarkan hasil analisis dari kedua metode hidrologi tersebut di atas, maka yang digunakan dalam perencanaan ini adalah hasil dari metode Gumbel.

**c) Intensitas Hujan**

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Adapun rumus yang digunakan yaitu Mononobe sebagai berikut:

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

keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- T = Lamanya hujan (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

Berdasarkan data curah hujan dengan menggunakan metode Gumbel diperoleh nilai intensitas curah hujan dengan menggunakan rumus Mononobe tersebut. Berikut adalah proses perhitungan intensitas dengan periode waktu 5 menit.

- Diketahui :  $R_2 = 163,300$
- $R_5 = 219,780$
- $R_{10} = 262,455$
- $R_{25} = 316,370$
- $R_{50} = 356,368$
- $R_{100} = 396,075$

Untuk t = 5 menit = 0,083 jam

$$I_2 = \frac{163,300}{24} \times \left(\frac{24}{0,083}\right)^{\frac{2}{3}} = 296,736 \text{ mm/jam}$$

$$I_5 = \frac{219,780}{24} \times \left( \frac{24}{0,083} \right)^{\frac{2}{3}} = 400,435 \text{ mm/jam}$$

$$I_{50} = \frac{356,368}{24} \times \left( \frac{24}{0,083} \right)^{\frac{2}{3}} = 647,564 \text{ mm/jam}$$

$$I_{10} = \frac{262,455}{24} \times \left( \frac{24}{0,083} \right)^{\frac{2}{3}} = 478,188 \text{ mm/jam}$$

$$I_{100} = \frac{396,075}{24} \times \left( \frac{24}{0,083} \right)^{\frac{2}{3}} = 719,716 \text{ mm/jam}$$

$$I_{25} = \frac{316,370}{24} \times \left( \frac{24}{0,083} \right)^{\frac{2}{3}} = 574,882 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan intensitas curah hujan selanjutnya dengan periode waktu 10, 15 sampai 90 menit dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

t (menit)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)					
	I <sub>2</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>10</sub>	I <sub>25</sub>	I <sub>50</sub>	I <sub>100</sub>
5	296,74	224,83	253,72	290,25	317,34	344,22
10	122,44	141,64	159,84	182,85	199,91	216,84
15	93,44	108,09	121,98	139,54	152,56	165,48
20	77,13	89,22	100,69	115,19	125,94	136,60
25	66,47	76,89	86,77	99,26	108,53	117,72
30	58,86	68,09	76,84	87,90	96,11	104,25
35	53,11	61,44	69,34	79,32	86,72	94,07
40	48,59	56,21	63,43	72,56	79,34	86,05
45	44,92	51,96	58,64	67,08	73,34	79,56
50	41,87	48,44	54,66	62,53	68,37	74,16
55	39,30	45,46	51,30	58,68	64,16	69,59
60	37,08	42,89	48,41	55,38	60,54	65,67
65	35,15	40,67	45,89	52,50	57,40	62,26
70	33,46	38,71	43,68	49,97	54,63	59,26
75	31,96	36,97	41,72	47,72	52,18	56,59
80	30,61	35,41	39,96	45,71	49,98	54,21
85	29,40	34,01	38,38	43,90	48,00	52,06
90	28,30	32,73	36,94	42,26	46,20	50,12

Sumber : Data diolah

**d) Debit Rencana Banjir**

Fungsi metode rasional adalah untuk menentukan debit banjir rancangan. Yang dihasilkan hanya debit puncak banjir.

$$Q_r = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$C_s = \frac{2 \cdot t_c}{2 \cdot t_c + t_d} \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$t_c = t_o + t_d \quad \dots\dots\dots (12)$$

keterangan:

- A = Luas areal (Ha)
- Ls = Panjang saluran (m)
- Lt = Panjang aliran terjauh diatas lahan (m)
- St = Kemiringan lahan (%)
- t<sub>o</sub> = Waktu yang diperlukan untuk mengalir dari permukaan lahan ke saluran terdekat (menit)
- t<sub>d</sub> = Waktu pengaliran dalam saluran (menit)

- t<sub>c</sub> = Waktu pengumpulan air (menit)
- C<sub>s</sub> = Faktor koefisien konsentrasi
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- n = Koefisien Manning
- C = Koefisien pengaliran
- v = Untuk kemiringan 0-1% = 0,4 m/s  
Untuk kemiringan 1-2% = 0,6 m/s  
Untuk kemiringan 2-4% = 0,9 m/s

Daerah cekungan di Jalan Betoambari Kota Baubau memiliki luas areal sebesar 73,5 Ha yang berada pada daerah pusat perkotaan yang memiliki panjang saluran 1050 meter dengan panjang aliran terjauh 1262 meter. Adapun analisis banjir rencananya adalah sebagai berikut:

$$t_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3 \times Lt \cdot \frac{n}{\sqrt{S}} \right]$$

$$= \left[ \frac{2}{3} \times 3 \times 1262 \times \frac{0,025}{0,710} \right] = 747,1 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_s}{v}$$

$$= \frac{1050}{0,6} = 1750 \text{ detik} = 29,17 \text{ menit}$$

$$t_c = t_o + t_d$$

$$= 747,104 + 29,167$$

$$= 776,27 \text{ menit} = 12,94 \text{ jam}$$

$$C_s = \frac{2 \cdot t_c}{2 \cdot t_c + t_d}$$

$$= \frac{2 \cdot 776,271}{2 \cdot 776,271 + 29,17} = 0,982$$

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

$$= \frac{163,300}{24} \cdot \left( \frac{24}{12,94} \right)^{\frac{2}{3}} = 10,27 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,90 \text{ (karena berada pada pusat kota)}$$

Sehingga debit rencana diperoleh yaitu:

$$Q_r = 0,00278 \cdot C \cdot C_s \cdot I \cdot A$$

$$= 0,00278 \cdot 0,90 \cdot 0,982 \cdot 10,27 \cdot 73,50$$

$$= 1,854 \text{ m}^3/\text{s}$$

### e) Perhitungan Dimensi Saluran

Analisis saluran drainase pada daerah cekungan di Jalan Betoambari dilakukan dengan metode coba-coba dengan asumsi bahwa  $Q_{rencana}$   $Q_{saluran}$ . Pada perhitungan ini nilai lebar dasar penampang sebesar 1,99 meter dengan asumsi ketinggian jagaan 0,65 dari ketinggian permukaan air. Adapun analisisnya adalah sebagai berikut:

$$A = \text{Luas saluran rencana}$$

$$= \frac{Q_{rencana}}{V_{rencana}}$$

$$= \frac{1,854}{0,6} = 3,09 \text{ m}^2$$

$$A = (b + m \times h) \cdot h$$

$$= (1,5 \cdot h + 0,25 \times h) \cdot h$$

$$= 1,75 \cdot h^2$$

$$h = \text{Tinggi permukaan air}$$

$$= \sqrt{\frac{A}{1,75}}$$

$$= \sqrt{\frac{3,09}{1,75}} = 1,33 \text{ m}$$

$$b = \text{Lebar dasar saluran}$$

$$= 1,5 \times 1,33 = 1,99 \text{ m}$$

$$P = \text{Keliling basah}$$

$$= b + 2 \cdot h \cdot (m^2 + 1)^{0,5}$$

$$= 1,99 + 2 \cdot 1,33 \cdot (0,25^2 + 1)^{0,5} = 4,73 \text{ m}$$

$$w = \text{Tinggi jagaan}$$

$$= 0,25 \cdot h + 0,3 = 0,63 \text{ m}$$

$$R = \text{Jari-jari hidrolis saluran}$$

$$= \frac{A}{P} = \frac{3,09}{4,73} = 0,653 \text{ m}$$

$$S = \text{Kemiringan saluran}$$

$$= \left( \frac{0,60 \times 0,025}{0,652918351^{0,67}} \right)^2 = 0,00040$$

$$= 0,040 \%$$

$$T = \text{Lebar puncak}$$

$$= b + 2 \cdot m \cdot h$$

$$= 1,99 + 2 \cdot 0,25 \cdot 1,3 = 2,66 \text{ m}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran dalam saluran}$$

$$= \frac{1}{n} \times R^{0,7} \times S^{0,5}$$

$$= \frac{1}{0,025} \times 0,753^{0,7} \times 0,040^{0,5} = 0,6 \text{ m/s}$$

$$Q = \text{Debit pada saluran}$$

$$= A \times V$$

$$= 3,09 \times 0,6 = 1,854 \text{ m}^3/\text{detik}$$

### Kontrol :

$$Q_{rencana} = Q_{saluran}$$

$$1,854 = 1,854 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Berdasarkan hasil analisis penampang tersebut diatas debit rencana sebesar 1,854  $\text{m}^3/\text{detik}$  mampu ditampung oleh debit dalam saluran, sehingga asumsi dimensi saluran tersebut

dapat digunakan. Jadi dimensi saluran drainase pada daerah cekungan di jalan Betoambari Kota Baubau yang menggunakan penampang trapesium memiliki ketinggian penampang 1,33 meter dengan lebar dasar 1,99 meter, lebar atas 2,66 meter dan tinggi jagaan sebesar 0,63 meter.

## PENUTUP

### 1. Kesimpulan

- a. Debit air banjir yang ditampung pada daerah cekungan di jalan Betoambari Kota Baubau sebesar  $1,854 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
- b. Dimensi penampang minimum saluran pada daerah cekungan di jalan Betoambari Kota Baubau yaitu dengan tinggi saluran 1,33 meter dengan lebar dasar saluran 1,99 meter dengan asumsi tinggi jagaan sebesar 0,63 meter.

### 2. Saran

- a. Kepada pihak terkait diharapkan dapat membuat drainase resapan terkhusus pada daerah cekungan.
- b. Kepada para peneliti yang ingin mengembangkan hasil penelitian ini diharapkan mampu mendesain bentuk dan jumlah minimum drainase resapan yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, *Drainase Perkotaan*. Penerbit Gunadarma.
- [2] V. T. Chow, Terjemahan Oleh E. V. N. Rosalina, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1997.
- [3] H. A. H. Hasmar, *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press, 2011.
- [4] L. A. Hendratta, "Optimalisasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Sebagai Alternatif Penanganan Masalah Genangan Air," Universitas Sam Ratulangi.
- [5] A. D. Putri, "Perencanaan Bak Penampungan dan Pompa sebagai Alternatif Penanganan Masalah Genangan Air Hujan Pada Drainase Jalan (Studi Kasus: Jalan Nusa Indah Raya, Kelurahan Malaka Jaya, Kecamatan Duren Sawit, Jakarta Timur)," Universitas Negeri Jakarta, 2015.
- [6] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset, 2004.
- [7] Sutanto, *Pedoman Drainase Jalan Raya*. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1992.
- [8] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset, 2006.

*Halaman ini sengaja di kosongkan*