



Simulasi dengan Program SWMM 5.2 untuk mengetahui Titik Banjir pada Jaringan Drainase Perumahan Kodam III

<u>INFO PENULIS</u>	<u>INFO ARTIKEL</u>
M Agusalim Universitas Muhammadiyah Makassar m.agusalim@unismuh.ac.id	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 2 Oktober 2024 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Andi Makbul Syamsuri Universitas Muhammadiyah Makassar amakbulsyamsuri@unismuh.ac.id	
Firman Universitas Muhammadiyah Makassar	
Sarjun Universitas Muhammadiyah Makassar	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Agusalim, M., Syamsuri, A. M., Firman, & Sarjun. (2024). Simulasi dengan Program SWMM 5.2 untuk mengetahui Titik Banjir pada Jaringan Drainase Perumahan Kodam III. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 338-347.

Abstrak

Kota Makassar, sebagai kota metropolitan yang berkembang pesat, menghadapi tantangan serius terkait banjir akibat ketidakmampuan sistem drainase perkotaan, termasuk Perumahan Kodam III di Kecamatan Biringkinayya. Tujuan penelitian ini mengidentifikasi titik-titik luapan banjir signifikan di Perumahan kodam III menggunakan Software Storm Water Management Model (SWMM) dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan luapan banjir tersebut. Hasil analisis hidrologi periode ulang 5 tahun dan simulasi SWMM 5.2 menunjukkan bahwa titik-titik luapan banjir yang signifikan terdapat di Blok J17 dengan volume 8.760,000 liter dengan lama luapan 6.61 jam dan J14 dengan volume 2.832.00 liter dengan lama luapan 1,50 jam. Faktor utama yang berkontribusi terhadap luapan banjir adalah elevasi saluran yang semakin tinggi menuju hilir.

Kata kunci : Analisis Hidrologi, Sistem Drainase, SWMM

Abstract

Makassar City, as a rapidly developing metropolitan city, faces serious challenges related to flooding due to the inability of the urban drainage system, including Kodam III Housing in Biringkinayya District. The aim of this research is to identify significant flood overflow points in the Kodam III Housing Complex using the Storm Water Management Model (SWMM) Software and analyze the factors that cause the flood overflow. The results of the 5 year return period hydrological analysis and SWMM 5.2 simulation show that significant flood overflow points are in Block J17 with a volume of 8,760,000 liters with an overflow time of 6.61 hours and J14 with a volume of 2,832.00 liters with an overflow time of 1.50 hours. . The main factor that contributes to flood overflow is the increasingly higher channel elevation towards downstream.

Keywords: Hydrological Analysis, Drainage System, SWMM

A. Pendahuluan

Kota Makassar adalah ibu kota provinsi Sulawesi Selatan terletak antara 119°24'17'38" bujur timur dan 5°8'6'19" lintang selatan yang berbatasan sebelah Utara dengan Kabupaten Maros, sebelah Timur Kabupaten Maros, sebelah Selatan kabupaten Gowa dan sebelah Barat adalah Selat Makassar. Luas wilayah tercatat 175,77 KM² yang berkembang pesat yang dihadapkan pada permasalahan serius terkait banjir. Salah satu contoh kawasan yang terdampak adalah Perumahan Kodam III di Kecamatan Biringkinayya. Sistem drainase di wilayah tersebut memiliki kekurangan, seperti sedimentasi di saluran sekunder setinggi 20 cm yang menyebabkan air menggenang dan berpotensi menimbulkan banjir. Genangan sering terjadi di jalan blok J17, dengan ketinggian mencapai 50 cm dan bertahan selama 6 jam setelah hujan deras.

Sistem drainase perkotaan bertujuan untuk membuang kelebihan air dari kawasan perkotaan ke pembuangan terakhir seperti sungai, danau, atau laut. Hal ini dilakukan untuk mencegah genangan air dengan menggunakan saluran drainase permukaan dan subpermukaan. Fungsi utama drainase perkotaan adalah mengeringkan wilayah perkotaan, khususnya area pemukiman padat, dari genangan atau banjir, serta mengurangi kelebihan air agar kawasan tersebut dapat berfungsi optimal dan melindungi infrastruktur yang ada (Anton, 2001).

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian yaitu sistem drainase makro dan mikro. Perencanaannya umumnya memperhitungkan periode ulang yang lebih pendek, sekitar 2 hingga 5 tahun, disesuaikan dengan kebutuhan lokal dan karakteristik daerah yang dilayani (Kodoatie, 2005).

Sistem jaringan drainase terdiri atas beberapa saluran yang berhubungan sehingga membentuk suatu pola jaringan. Dari bentuk jaringan dapat dibedakan diantaranya pola siku, pola paralel, pola grid icon, pola alamiah, pola radial (Wesli, 2008).

Intensitas hujan merupakan tinggi hujan yang terjadi dalam satuan waktu, yang bisa diukur dalam satuan mm/jam atau mm/hari (Subarkah, 1980).

Alternating Block Method (ABM) adalah metode sederhana untuk membuat hyetograph rencana dari kurva IDF, dengan intensitas hujan dan durasi waktu diatur secara berurutan, di mana blok-blok pertambahan hujan disusun mengikuti pola tertentu (Suyono, H.S. 1987).

SWMM adalah alat simulasi hidrologi dan hidraulis yang dikenal secara luas untuk manajemen air permukaan di wilayah perkotaan (Rossman, Lewis A. 2010.)

Sebagai langkah solutif, penelitian ini akan mengimplementasikan SWMM untuk memberikan pemahaman yang lebih terinci terhadap dinamika air permukaan di perumahan Kodam III.

Tujuan penelitian ini adalah untuk bagaimana mengetahui kondisi eksisting pada jaringan drainase kawasan perumahan kodam III dengan menggunakan program SWMM 5.2

B. Metodologi

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perumahan Kodam III yang memiliki luas 25,878.47 m². Perumahan Kodam III merupakan salah satu Perumahan yang berada di Kota Makassar dengan koordinat geografis 5°08'01" LS - 119°31'39" BT.

2. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif sebagai pendekatan penelitian. Metode penelitian deskriptif kuantitatif adalah suatu metode yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya (Arsyad, 2009).

3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer berupa saluran drainase, seperti bentuk, dimensi, dan kemiringannya, yang diperoleh melalui pengamatan langsung dan penelitian di lapangan. Sedangkan data sekunder berupa data curah hujan dari tahun 2011 hingga 2020 yang diperoleh dari Stasiun Pucak, Tamangapa, Panakukang serta digitasi menggunakan software Arcgis 10.8 dan Google Earth.

4. Prosedur Penelitian

Adapun urutan pada penelitian ini yaitu:

1. Mempelajari literatur yang berkaitan dengan tajuk penelitian.
2. Melakukan pengumpulan data baik data primer dan sekunder
3. Melakukan analisis pengujian seri data curah hujan dengan metode RAPS.
4. Melakukan analisis parameter dasar statistik.
5. Melakukan analisis curah hujan rancangan dengan Metode Gumbel
6. Melakukan pengujian kesesuaian distribusi frekuensi dengan Uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi Square.
7. Melakukan analisis intensitas curah hujan dengan metode Mononobe.
8. Melakukan analisis Hyetograph hujan rencana dengan metode ABM.
9. Melakukan pemodelan saluran drainase menggunakan Software Storm Water Management Model.
10. Memberikan kesimpulan dan saran kemudian selesai.

C. Hasil dan Pembahasan

a. Analisis Hidrologi

1. Uji Konsistensi

Untuk tingkat kepercayaan 95% dan jumlah data 10, nilai Q_{kritis} dan R_{kritis} masing-masing yaitu 1,14 dan 1,28.

Hasil uji RAPS menunjukkan bahwa data hujan dari Stasiun Tamangapa Kassi BK V tersebut konsisten. Hal ini dapat dilihat dari nilai Q_{hitung} yang lebih kecil dari nilai Q_{kritis} , yaitu $0,98 < 1,14$.

2. Parameter Statistik

Dasar perhitungannya adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data, seperti rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (Suripin, 2004).

Tabel 1 Penentuan Distribusi Probabilitas berdasarkan Parameter Statistik

NO	Nama Metode	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$	1.14 C_s 0.59	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5,4$	5.4 C_k 3.85	Tidak Memenuhi

2	Normal	$C_s = 0$	0	C_s	0.59	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3$	3	C_k	3.85	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson Type III	$C_s \neq 0$		C_s	-0.72	Memenuhi
4	Log Normal	$C_s = C_v3 + 3c_v$	2	C_s	0.0030	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v8 + 6C_v6 + 15C_v4 + 16C_v2 + 3$	4	C_k	0.0000155	Tidak Memenuhi

3. Distribusi probabilitas

Tabel 2 Perhitungan distribusi probabilitas menggunakan metode Gumbel.

Tr (tahun)	Ytr	KTr	RTr
100	4.60	4.32	386.34
50	3.90	3.59	347.10
25	3.20	2.85	307.56
10	2.25	1.85	254.26
5	1.50	1.06	212.08
2	0.37	-0.14	148.38

Sumber: Hasil analisa data

4. Uji kesesuaian distribusi

a. Metode Smirnov-Kolmogorov

Untuk tingkat kepercayaan 95% dan jumlah data 10, nilai ΔP kritis adalah 0,41.

Tabel 3 Perhitungan uji distribusi dengan metode Smirnov-Kolmogorov untuk metode gumbel

No	Ri	P	f(t)	P'	ΔP
1	256	0.09	1.88	0.02	0.07
2	211	0.18	1.03	0.14	0.04
3	203	0.27	0.89	0.17	0.10
4	158	0.36	0.04	0.46	0.10
5	153	0.45	-0.04	0.54	0.08
6	138	0.55	-0.33	0.65	0.10
7	127	0.64	-0.541	0.72	0.09
8	125	0.73	-0.58	0.74	0.01
9	108	0.82	-0.89	0.82	0.01
10	78	0.91	-1.45	0.93	0.024
Jumlah Σ	1556				
Banyak Data (n)	10				
Rata-Rata (R)	156				
Standar Deviasi (Sr)	53.38				
ΔP maksimum	0,10				

Sumber: Hasil analisa data

Hasil uji Smirnov Kolmogorof menunjukkan Metode Gumbel dapat diterima. Hal ini dapat dilihat dari nilai ΔP maksimum yang lebih kecil dari nilai ΔP kritis, yaitu $0,10 < 0,41$.

b. Metode chi kuadrat (χ^2)

Berdasarkan tabel Nilai parameter Chi-Kuadrat Kritis, X_{cr}^2 (uji satu sisi), untuk tingkat kepercayaan 95% dan derajat kebebasan 2, nilai Chi-Kuadrat Kritis adalah 5,991.

Tabel 4 Perhitungan uji distribusi dengan metode Chi-Kuadrat untuk metode Gumbel

Kelas	P	TR	YTR	KTR	RTR	Nilai Batas Tiap Kelas		Ei	Oi	$((Ei - Oi)^2)/Ei$
1	0.2	5	1.50	1.06	212.08	>	212.08	2	1	0.5
2	0.4	2.5	0.67	0.19	165.53	165.53	- 212.08	2	2	0.0
3	0.6	1.67	0.09	0.43	132.69	132.69	- 165.53	2	3	0.5
4	0.8	1.25	0.48	1.02	101.03	101.03	- 132.688	2	3	0.5
5						<	101.03	2	1	0.5
Jumlah								10	10	2.0

Hasil uji Chi-Kuadrat menunjukkan bahwa Metode Gumbel dapat diterima. Hal ini dapat dilihat dari nilai Chi-Kuadrat terhitung yang lebih kecil dari nilai Chi-Kuadrat kritis, yaitu $2 < 5,991$

5. Perhitungan intensitas hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan pendekatan metode hitung Mononobe. Analisis untuk daerah pemukiman umumnya dipilih hujan rencana dengan periode ulang 5-15 tahun. Daerah pusat pemerintahan yang penting, daerah komersil, dan daerah padat dengan nilai ekonomi tinggi dengan periode ulang 10-15 tahun. Sedangkan perencanaan gorong-gorong jalan raya dan lapangan terbang 3-15 tahun.

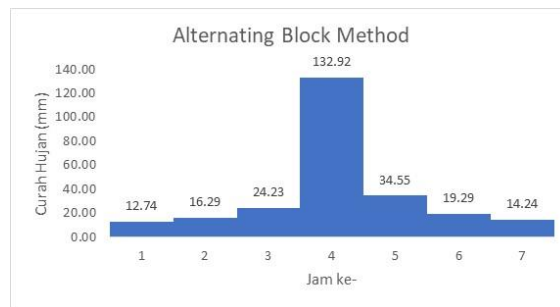
Tabel 5 Perhitungan intensitas hujan

T (menit)	T (Jam)	Periode Ulang					
		2	5	10	25	50	100
5	0.08	269.62	385.38	462.03	558.87	630.72	702.03
10	0.17	169.85	242.78	291.06	352.07	397.33	442.25
20	0.33	107.00	152.94	183.36	221.79	250.30	278.60
40	0.67	67.40	96.35	115.51	139.72	157.68	175.51
60	1	51.44	73.53	88.15	106.62	120.33	133.94
90	1.5	39.26	56.11	67.27	81.37	91.83	102.21
120	2	32.40	46.32	55.53	67.17	75.80	84.38
150	2.5	27.93	39.92	47.85	57.88	65.33	72.71
180	3	24.73	35.35	42.38	51.26	57.85	64.39
210	3.5	22.31	31.90	38.24	46.25	52.20	58.10
240	4	20.41	29.18	34.98	42.31	47.75	53.15
270	4.5	18.87	26.98	32.34	39.12	44.15	49.14
300	5	17.59	25.15	30.15	36.47	41.15	45.81
330	5.5	16.51	23.60	28.29	34.22	38.62	42.99
360	6	15.58	22.27	26.70	32.29	36.44	40.56
390	6.5	14.77	21.11	25.31	30.61	34.55	38.46
420	7	14.06	20.09	24.09	29.14	32.88	36.60
450	7.5	13.43	19.19	23.01	27.83	31.41	34.96
480	8	12.86	18.38	22.04	26.66	30.08	33.48
510	8.5	12.35	17.65	21.16	25.60	28.89	32.16
540	9	11.89	16.99	20.37	24.64	27.81	30.96
570	9.5	11.47	16.39	19.65	23.77	26.83	29.86
600	10	11.08	15.84	18.99	22.97	25.92	28.86
630	10.5	10.73	15.33	18.38	22.24	25.10	27.93
660	11	10.40	14.87	17.82	21.56	24.33	27.08
690	11.5	10.10	14.43	17.30	20.93	23.62	26.29
720	12	9.81	14.03	16.82	20.34	22.96	25.55

Sumber: Hasil analisa data

- Metode alternating block method

Hasil perhitungan hietograf hujan rencana yang akan diinput kedalam software SWMM.

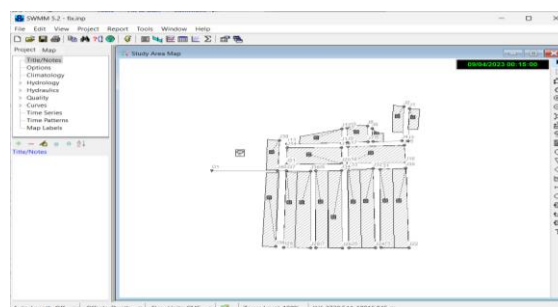


Gambar 1 Hietograf hujan rencana metode ABM

Sumber: Hasil analisa data

4.3 Simulasi Software EPA SWMM 5.2

Untuk memulai aplikasi EPA SWMM, dilakukan dengan menggambar peta subcatchment area serta mengisi poin rain gages, subcatchments, junctions, outfalls, dan conduits.



Gambar 2 Peta subcatchment area

Sumber: EPA SWMM 5.2

1. Rain gages

Data hujan yang digunakan dalam Rain Gages berasal dari time series intensitas hujan.

Date (M/D/Y)	Time (H-M)	Value
11		10.62
12		13.59
14		20.21
15		110.87
16		28.82
17		16.09
18		11.88

Gambar 3 Time series

Sumber: Analisa data dan EPA SWMM 5.2

2. Subcatchment area

Data hujan yang telah dimasukkan ke dalam Rain Gages akan di gunakan dalam kolom Rain Gages pada data subcatchmen area dengan nama "A". Kolom Outlet menunjukkan titik di mana air limpasan dari subcatchmen area ini mengalir ke junction terdekat, yaitu "J1". Kolom area mencerminkan luas area tangkapan hujan dalam satuan hektar (ha). Gambar 4 menunjukkan data yang telah di masukkan ke dalam subcatchmen.

Subcatchment s1	
Property	Value
Name	s1
X-Coordinate	1397.064
Y-Coordinate	2808.792
Description	
Tag	
Rain Gage	1
Outlet	j1
Area	2.20410
Width	500
% Slope	0.5
% Imperv	25

Gambar 4 Subcatchment area

Sumber: EPA SWMM 5.2

1. Junctions

Data ketinggian lahan atau invert-elevation merupakan data penting yang di perlukan untuk junctions. Data ini didapat dari perangkat lunak pihak ketiga, seperti google earth memiliki fitur untuk mendigitasi data ketinggian lahan. Data ketinggian lahan kemudian dapat di masukkan ke dalam data junction.

Junction j1	
Property	Value
Name	j1
X-Coordinate	3911.243
Y-Coordinate	2272.189
Description	
Tag	
Inflows	NO ...
Treatment	NO
Invert El.	0.70
Max. Depth	0
Initial Depth	0
Surcharge Depth	0

Gambar 5 Junctions

Sumber: EPA SWMM 5.2

2. Conduits

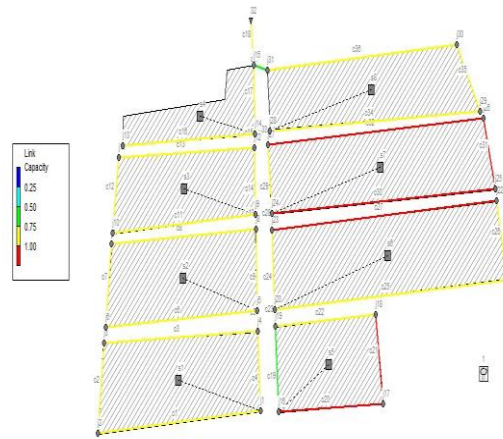
Conduits memerlukan data-data terkait bentuk dan dimensi saluran, yang dapat ditemukan dalam Tabel 6 Untuk saluran di Perumahan Kodam III, bentuk salurannya umumnya trapesium. Data-data ini dapat disesuaikan dan dimasukkan ke dalam menu yang sesuai.

Conduit c1	
Property	Value
Name	c1
Inlet Node	j1
Outlet Node	j2
Description	
Tag	
Shape	RECT_OPE ...
Max. Depth	0.70
Length	78
Roughness	0.01
Inlet Offset	0
Outlet Offset	0

Gambar 6 Conduits

Sumber: EPA SWMM 5.2

a. Hasil simulasi awal

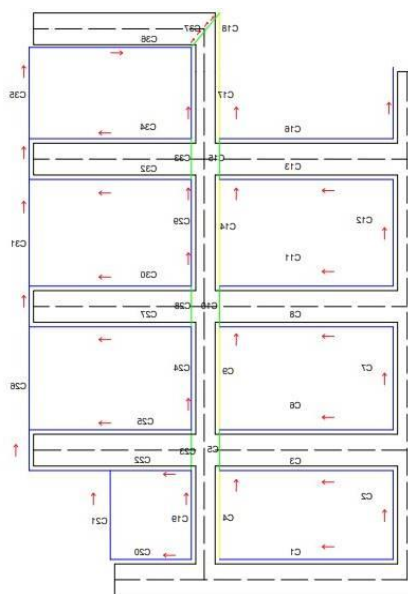


Gambar 7 Hasil simulasi
Sumber: EPA SWMM 5.2

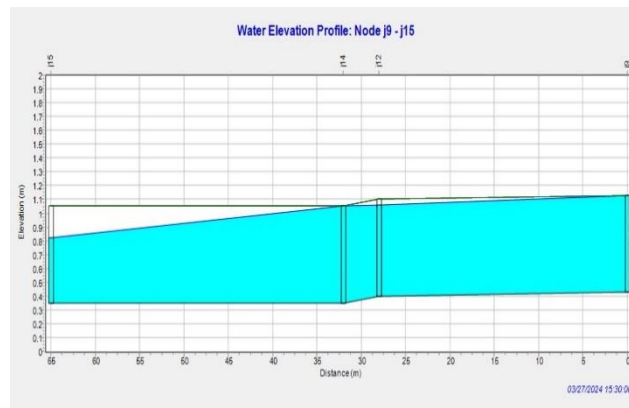
Tabel 6 Titik Banjir saluran

Titik-titik banjir	Lama luapan (jam)	Debit luapan (10 ⁶ ltr)
J9	1.09	3.688
J13	0.01	0.000
J14	1.50	2.832
J15	0.20	0.123
J17	6.61	8.763
J18	1.00	0.508
J22	1.61	2.740
J24	0.88	2.037
J25	6.09	2.798
J26	5.92	2.619
J29	1.05	0.684
J30	0.32	0.013

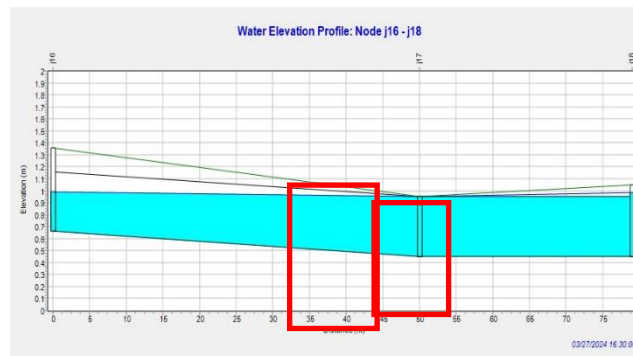
Pada tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat 12 titik yang mengalami luapan air dalam hasil simulasi SWMM. Volume luapan air terbesar adalah 8.760,000 Liter, terjadi pada titik J17, dengan durasi banjir selama 6.61 jam. Volume luapan air terkecil adalah 2.832.000 liter, terjadi pada titik J14, dengan durasi banjir selama 1.50 jam, Data luapan air ini dapat digambarkan dalam bentuk plot profil (profile plot)



Gambar 8 titik yang mengalami luapan



Gambar 9 profile plot titik j 14



Gambar 10 profile plot titik j 17

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa analisis hidrologi periode ulang 5 tahun dan simulasi SWMM 5.2 menunjukkan bahwa kondisi eksisting saluran drainase di Perumahan KODAM III terdapat 12 titik yang mengalami luapan air dalam hasil simulasi SWMM. Volume luapan air terbesar adalah 8.760,000 Liter, terjadi pada titik J17, dengan durasi banjir selama 6.61 jam. Volume luapan air terkecil adalah 2.832.000 liter, terjadi pada titik J14, dengan durasi banjir selama 1.50 jam dan menunjukkan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya luapan banjir di Perumahan Kodam III adalah elevasi saluran yang semakin tinggi menuju hilir. Ini diakibatkan karena adanya endapan sedimen pada saluran.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah di lakukan, penulis memberikan saran yang dapat membantu dan memberikan manfaat yaitu:

1. Untuk mengatasi terjadinya banjir, perlu segera dilakukan pembersihan sedimen dan perbaikan elevasi titik-titik saluran drainase yang mengalami luapan
2. Perbaikan elevasi saluran drainase dapat dilakukan dengan cara meninggikan elevasi saluran drainase di bagian titik-titik luapan atau dengan cara menurunkan elevasi saluran drainase di bagian hilir.
3. Untuk mengatasi masalah drainase di kawasan Perumahan Kodam III, perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut agar menghasilkan data yang lebih detail dan dapat disajikan sebagai dasar untuk mengatasi masalah tersebut.
4. Masyarakat sekitar perlu dihimbau untuk tidak membuang sampah di saluran drainase yang dapat merusak atau menyumbat saluran air, sehingga tidak mengganggu pengaliran air pada salurann.

E. Referensi

- Anton, M. (2001). *Panduan dan Petunjuk Praktis Pengelolaan Drainase Perkotaan. Departemen Pemukiman Prasarana dan Pemukiman Wilayah*. Cipta Karya: Jakarta.
- Arsyad, A. (2009). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2005). *Pengelolaan Sumber Air terpadu Edisi 2*. C.V. Andi Offset. Yogyakarta.
- Rossmann, L. A. (2010). *Storm Water Management Model User's Manual*
- Subarkah, I. (1980). Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air. *Idea Dharma*. Bandung.
- Suhardjono. (1984). Drainase Perkotaan. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suripin. (2004). "*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*". Yogyakarta: Andi Offset.
- Suyono, H. S. (1987). Pemahaman Umum Drainase. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3): 164-170.
- Wesli, H. (2008). *Drainase Perkotaan. Graha Ilmu*. Yogyakarta.