

PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE PERUMAHAN SUKOLOLO DIAN REGENCY DI SURABAYA TIMUR

Lisna Isminingtyas dan Umboro Lasminto
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail : umboro_hydro@yahoo.com

Abstrak— Surabaya merupakan salah satu kota besar yang ada di Jawa Timur. Luas total Kota Surabaya adalah 350,5 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 3.057.766 jiwa. Kota Surabaya menjadi salah satu destinasi masyarakat luar kota yang ingin berurbanisasi. Hal ini merupakan salah satu faktor utama yang menarik minat para pengembang perumahan dan properti untuk membangun kawasan perumahan baru. Perumahan Sukolilo Dian Regency dibangun dengan cara menimbun lahan sehingga mengubah penggunaan lahan dari daerah tambak (tampungan sementara) menjadi daerah limpasan yang tentunya akan berdampak pada permasalahan banjir disekitarnya.

Tahap pertama dari pengerjaan penelitian ini adalah melakukan studi lapangan dan studi literatur. Dilanjutkan dengan melakukan pengumpulan data, data-data yang diperlukan untuk penelitian ini diantaranya adalah data hidrologi, data peta, dan data hidrolika. Setelah mendapatkan data, dilakukan analisis debit banjir rencana sehingga dapat disimpulkan apakah sistem drainase eksisting dapat menampung dan menyalurkan debit rencana yang telah diperhitungkan.

Berdasarkan hasil analisis, penyebab adanya genangan yang terjadi pada perumahan dikarenakan tidak mampunya sistem drainase menampung debit rencana, selain itu adanya pengaruh pasang pada saluran sekunder berdampak pada saluran tersier dalam perumahan. Sehingga dibutuhkan perencanaan sistem drainase baru pada perumahan dengan merevitalisasi semua saluran pada perumahan menggunakan U-Ditch dan penambahan fasilitas drainase berupa kolam tampung dan pompa untuk mencegah pengaruh pasang dari saluran sekunder.

Kata Kunci : drainase, genangan, sukolilo dian regency, surabaya

I. PENDAHULUAN

Surabaya mengalami perkembangan pesat terutama di daerah Surabaya Timur. Adanya kenaikan angka pada jumlah penduduk di Kota Surabaya menyebabkan banyaknya terjadi perubahan fungsi lahan resapan menjadi bangunan, baik perumahan atau bangunan lain. Akibatnya air hujan yang seharusnya diserap menjadi limpasan air yang mengalir di permukaan (surface runoff). Bila hal ini terus terjadi, maka saluran tidak akan mampu menampung limpasan air hujan yang terjadi. Sehingga, air akan meluap ke permukaan dan terjadi genangan.

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan di lapangan, terdapat beberapa titik yang rawan genangan pada daerah perumahan saat hujan dengan intensitas tinggi turun. Perencanaan ulang sistem drainase Perumahan Sukolilo Dian Regency diharapkan dapat menghasilkan solusi-solusi sehingga dapat mengatasi masalah genangan yang masih kerap terjadi pada saat hujan dengan intensitas tinggi terjadi.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam perencanaan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

A. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan sepanjang studi yaitu mulai tahap awal sampai dengan analisis data pembahasan hingga dapat diperoleh kesimpulan.

B. Studi Lapangan

Studi lapangan adalah mempelajari kondisi drainase eksisting yang ditinjau. Studi lapangan ini dilakukan dengan melakukan survei kawasan studi.

C. Analisis Hidrologi

Selanjutnya, setelah melakukan pengumpulan data, dilakukan analisis hidrologi dari penentuan stasiun hujan hingga mendapatkan debit banjir rencana.

D. Analisis Hidrolika

Setelah mendapatkan debit banjir rencana, selanjutnya dilakukan analisis hidrolika hingga didapatkan dimensi saluran rencana beserta bangunan fasilitas tambahan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi ini dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan (catchment area) Sukolilo Dian Regency, yaitu dengan menganalisis data-data curah hujan harian maksimum yang didapat dari stasiun penakar hujan. Dalam pengerjaan TA ini digunakan

metode poligon thiesen untuk menentukan stasiun hujan mana yang berpengaruh dikarenakan luas DAS yang berpengaruh termasuk sedang dan topografi Kota Surabaya merupakan dataran.

Setelah dianalisis, dari tiga stasiun hujan yang terdekat (Stasiun Hujan Larangan, Stasiun Hujan Gubeng, dan Stasiun Hujan Keputih), ternyata didapat hanya Stasiun Hujan Keputih saja yang berpengaruh. Sehingga rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Data Hujan Maksimum Tahunan

TAHUN	R Max (mm)
2000	88
2001	103
2002	123
2003	102
2004	58
2005	110
2006	140
2007	127
2008	90
2009	120
2010	90
2011	78
2012	85
2013	80
2014	134
2015	84
2016	164
2017	124

a. Analisis Parameter Statistik

Sebelum dilakukan pengujian distribusi probabilitas dari data yang tersedia, terlebih dahulu dilakukan penelitian distribusi yang sesuai untuk perhitungan selanjutnya.

Masing-masing distribusi memiliki sifat khas, sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing tersebut. Setiap jenis distribusi atau sebaran mempunyai parameter statistik diantaranya terdiri dari [1]:

X : nilai rata-rata hitung

σ, S : standar deviasi

C_v : koefisien variasi

C_k : koefisien ketajaman

C_s : koefisien kemencengan

Perhitungan parameter statistik untuk Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Perhitungan Hujan Maksimum Normal Dan Gumbel

NO	THN	X (mm)	\bar{X}	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$	$(X - \bar{X})^3$	$(X - \bar{X})^4$
1	2016	164	105.556	58.444	3415.753	199631.8	11667369.1474
2	2006	140	105.556	34.444	1186.42	40865.569	1407591.8305
3	2014	134	105.556	28.444	809.086	23014.014	654620.8346
4	2007	127	105.556	21.444	459.864	9861.532	211475.0802
5	2017	124	105.556	18.444	340.197	6274.754	115734.3600
6	2002	123	105.556	17.444	304.309	5308.495	92603.7496
7	2009	120	105.556	14.444	208.642	3013.717	43531.4739
8	2005	110	105.556	4.444	19.753	87.791	390.1844
9	2001	103	105.556	-2.556	6.531	-16.69	42.6522
10	2003	102	105.556	-3.556	12.642	-44.949	159.8195
11	2008	90	105.556	-15.556	241.975	-3764.06	58552.0500
12	2010	90	105.556	-15.556	241.975	-3764.06	58552.0500
13	2000	88	105.556	-17.556	308.197	-5410.579	94985.7180
14	2012	85	105.556	-20.556	422.531	-8685.357	178532.3312
15	2015	84	105.556	-21.556	464.642	-10015.616	215892.1652
16	2013	80	105.556	-25.556	653.086	-16689.99	426521.8717
17	2011	78	105.556	-27.556	759.309	-20923.172	576549.6138
18	2004	58	105.556	-47.556	2261.531	-107548.357	5114521.8497
	Σ	1900	1900	0	12116.444	111194.84	20917626.7819

$$X = \frac{1900}{18} = 105,5556 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{18-1} \sum_{i=1}^{18} (X_i - 105,5556)^2}$$

$$= 26,697042 \text{ mm}$$

$$C_v = \frac{S}{X} = \frac{26,697042}{105,5556} = 0,2529$$

$$C_s = \frac{18}{(18-1)x(18-2)x26,697042^3} \sum_{i=1}^{18} (X_i - X)^3$$

$$= 0,386722$$

$$C_s = \frac{18}{(18-1)x(18-2)x(18-3)x26,697042^4} \sum_{i=1}^{18} (X_i - X)^4 = 3,26997$$

Perhitungan parameter statistik untuk Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Perhitungan Hujan Maksimum Log Normal dan Log Pearson Tipe III

NO	THN	X	$\text{Log}(X - \bar{X})$	$\text{Log}(X - \bar{X})^2$	$\text{Log}(X - \bar{X})^3$	$\text{Log}(X - \bar{X})^4$
1	2016	164	0.2047	0.041904188	0.008578002	0.001755961
2	2006	140	0.1360	0.018493093	0.002514863	0.000341994
3	2014	134	0.1170	0.013681063	0.001600220	0.000187171
4	2007	127	0.0937	0.008773132	0.000821735	0.000076968
5	2017	124	0.0833	0.006936052	0.000577655	0.000048109
6	2002	123	0.0798	0.006362677	0.000507528	0.000040484
7	2009	120	0.0690	0.004766870	0.000329117	0.000022723
8	2005	110	0.0313	0.000976810	0.000030529	0.000000954
9	2001	103	0.0027	0.000007282	0.000000020	0.000000000
10	2003	102	-0.0015	0.000002367	-0.000000004	0.000000000
11	2008	90	-0.0559	0.003124387	-0.000174641	0.000009762
12	2010	90	-0.0559	0.003124387	-0.000174641	0.000009762
13	2000	88	-0.0657	0.004310717	-0.000283025	0.000018582
14	2012	85	-0.0807	0.006515686	-0.000525945	0.000042454
15	2015	84	-0.0859	0.007371843	-0.000632942	0.000054344
16	2013	80	-0.1070	0.011459432	-0.001226718	0.000131319
17	2011	78	-0.1180	0.013934414	-0.001644876	0.000194168
18	2004	58	-0.2467	0.060866184	-0.015016341	0.003704692
	Σ	1900	7.10543E-1	0.212610583	-0.004719463	0.006639447

Untuk menentukan distribusi hujan rencana yang sesuai dengan syarat-syarat parameter statistiknya, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Syarat Parameter Statistik

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisa Frekuensi	Kesimpulan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	0,386722 3,269977	OK
2	Gumbel	$C_s \approx 1,139$ $C_k \approx 5,402$	0,386722 3,269977	Not OK
3	Log normal	$C_s = C_v^2$ $C_k = \frac{3C_v^3}{2}$ $C_k = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 16C^2 + 3$ $C_k = 3,0497$	-0,223302 3,370892	Not OK
4	Log Pearson Tipe III	$C_s = \text{fleksibel}$ $C_k \approx 1,5C_s^2 + 3$ $C_k \approx 3,07479$	-0,223302 3,370892	OK

Maka dapat disimpulkan jenis distribusi yang dipakai adalah distribusi normal dan log pearson tipe III.

b. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi diperlukan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang ada sudah sesuai dengan jenis distribusi yang dipilih, sehingga diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili metode distribusi tersebut.

Pengujian parameter yang dipakai ada 2, yaitu :

1. Uji Chi-Kuadrat (Chi Square), dan
2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat, dan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk distribusi normal dan Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Rekapitulasi Uji Kecocokan Distribusi

Jenis Distribusi	Uji Chi Kuadrat	Ket.	Uji Smirnov Kolmogorov	Ket.
	$\chi^2 < X^2$		$D_{max} < D_o$	
Normal	5,333 < 7,815	OK	0,07382 < 0,31	OK
Log Pearson tipe III	4,667 < 7,815	OK	0,10082 < 0,31	OK

c. Perhitungan Debit Banjir Rencana
Debit rencana adalah debit maksimum rencana yang akan mengalir pada saluran. Pada pengerjaan penelitian ini debit rencana dihitung dengan metode rasional dimana rumusnya adalah [2] :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(1)$$

B. Analisis Hidrolika

Perencanaan dimensi saluran harus memperhatikan kapasitas yang harus ditampung oleh saluran. Dimana debit yang mampu ditampung (Qs) harus lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q T). Kondisi demikian dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$Q_s \geq Q_T \dots\dots\dots(2)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Qs) dapat diperoleh dengan rumus seperti dibawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \dots\dots\dots(3)$$

a. Evaluasi Saluran Eksisting

Dari contoh perhitungan diatas, akan didapat Qhidrologi dan Qhidrolika eksisting saluran tersier Sukolilo Dian Regency. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan Qhidrologi dengan Qhidrolika. Jika didapat Qhidrologi lebih besar daripada Qhidrolika, maka perlu adanya evaluasi saluran eksisting. Hasil rekap perhitungan debit hidrologi dan hidrolika dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6: Perbandingan Debit Hidrologi Dan Hidrolika

No	Nama Saluran	Q Hidrologi	Q Hidrolika	Hasil Evaluasi
		m ³ /s	m ³ /s	
1	T0	0.0039	0.0506	OK
2	T1	0.0546	0.0488	NOT OK
3	T2	0.0383	0.0488	OK
4	T3	0.0387	0.0467	OK
5	T4	0.0346	0.0392	OK
6	T5	0.0342	0.0317	NOT OK
7	T6	0.0355	0.0467	OK
8	T7	0.0314	0.0317	OK
9	T8	0.0289	0.0317	OK
10	T9	0.0294	0.0392	OK
11	T10	0.0257	0.0317	OK
12	T11	0.0271	0.0354	OK
13	T12	0.0269	0.0392	OK
14	T13	0.0721	0.0392	NOT OK
15	T14	0.0587	0.1484	OK
16	T15	0.0809	0.1533	OK
17	T16	0.1168	0.0774	NOT OK
18	T17	0.1449	0.0774	NOT OK
19	T18	0.1729	0.0774	NOT OK
20	T19	0.1974	0.0774	NOT OK
21	T20	0.2205	0.0774	NOT OK
22	T21	0.2385	0.1611	NOT OK
23	T22	0.2579	0.1611	NOT OK
24	T23	0.2784	0.1640	NOT OK
25	T24	0.2929	0.1640	NOT OK
26	T25	0.3019	0.1978	NOT OK
27	T26	0.3412	0.1978	NOT OK
28	T87	0.0037	0.0479	OK
29	T27	0.0684	0.0479	NOT OK
30	T28	0.0405	0.0467	OK
31	T29	0.0376	0.0401	OK
32	T30	0.0358	0.0280	NOT OK
33	T31	0.0353	0.0461	OK
34	T32	0.0421	0.0640	OK
35	T33	0.0392	0.0530	OK
36	T34	0.0437	0.0401	NOT OK
37	T35	0.0424	0.0451	OK
38	T36	0.0468	0.0599	OK
39	T37	0.0426	0.0629	OK
40	T38	0.0451	0.0573	OK
41	T39	0.0441	0.0601	OK
42	T40	0.0463	0.0526	OK
43	T41	0.0492	0.0573	OK
44	T42	0.0701	0.1517	OK
45	T43	0.1049	0.1484	OK
46	T44	0.1358	0.1528	OK

No	Nama Saluran	Q Hidrologi	Q Hidrolika	Hasil Evaluasi
		m ³ /s	m ³ /s	
47	T45	0.1639	0.1528	NOT OK
48	T46	0.1908	0.1282	NOT OK
49	T47	0.2195	0.1595	NOT OK
50	T48	0.2493	0.1740	NOT OK
51	T49	0.2786	0.1740	NOT OK
52	T50	0.3097	0.1409	NOT OK
53	T51	0.3385	0.1570	NOT OK
54	T52	0.3674	0.1727	NOT OK
55	T53	0.3936	0.1570	NOT OK
56	T54	0.4224	0.1998	NOT OK
57	T55	0.4506	0.1740	NOT OK
58	T56	0.4743	0.1998	NOT OK
59	T57	0.0119	0.0392	OK
60	T58	0.0449	0.0392	NOT OK
61	T59	0.0392	0.0280	NOT OK
62	T60	0.0418	0.0512	OK
63	T61	0.0414	0.0392	NOT OK
64	T62	0.0348	0.0554	OK
65	T63	0.0332	0.0550	OK
66	T64	0.0416	0.0420	OK
67	T65	0.0422	0.0409	NOT OK
68	T66	0.0311	0.0425	OK
69	T67	0.0285	0.0370	OK
70	T68	0.0426	0.0530	OK
71	T69	0.0445	0.0554	OK
72	T70	0.0439	0.0377	NOT OK
73	T71	0.0466	0.0527	OK
74	T72	0.0128	0.1305	OK
75	T73	0.0495	0.1528	OK
76	T74	0.0817	0.1439	OK
77	T75	0.1137	0.1528	OK
78	T76	0.1455	0.1416	NOT OK
79	T77	0.1692	0.1463	NOT OK
80	T78	0.1921	0.1248	NOT OK
81	T79	0.2200	0.1640	NOT OK
82	T80	0.2482	0.1097	NOT OK
83	T81	0.2671	0.1657	NOT OK
84	T82	0.2856	0.1517	NOT OK
85	T83	0.3102	0.1847	NOT OK
86	T84	0.3376	0.1847	NOT OK
87	T85	0.3626	0.2049	NOT OK
88	T86	0.3868	0.2049	NOT OK
89	T89	0.3508	0.1449	NOT OK
90	T88	0.8334	0.1449	NOT OK
91	T90	0.9883	0.1449	NOT OK

b. Analisis Hidrolika Tahap Perencanaan Berdasarkan hasil survey dan perhitungan, terdapat dua kondisi penting yang harus diperhatikan. Pertama adalah evaluasi saluran eksisting Sukolilo Dian Regency, didapatkan hasil bahwa saluran eksisting tidak dapat menampung debit rencana yang mengalir pada sistem drainase tersebut. Sehingga perlu adanya perencanaan ulang dalam dimensi saluran eksisting.

Hal kedua adalah adanya pasang pada hari-hari tertentu, dikhawatirkan datangnya pasang ini bersamaan dengan datangnya hujan dengan intensitas tinggi. Maka dari itu solusi yang dapat digunakan adalah penambahan fasilitas drainase yaitu kolam tampung.

Pada artikel ini direncanakan dua kolam tampung bawah tanah yang kedap dan dilengkapi dengan pompa dan pintu air. Tahap pertama dalam perencanaan kolam tampung adalah mencari debit limpasan di dalam perumahan. Debit limpasan ini dapat ditemukan dengan mencari tinggi hujan efektif selama hujan berlangsung (4 jam) dengan periode ulang 5 tahun. Tinggi hujan pada jam ke-t dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Tinggi Hujan pada Jam ke-t

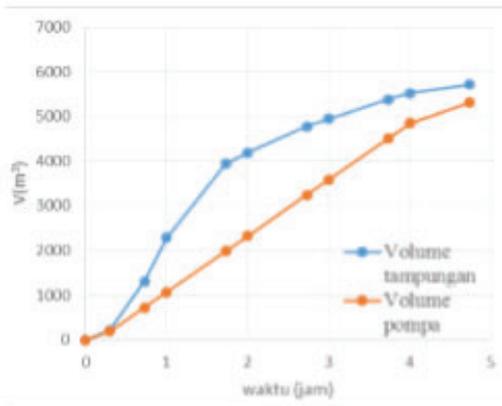
Rt	PUH			Rt'	PUH		
	2	5	10		2	5	10
Jam	mm			Jam	mm		
1	66.496	80.623	88.023	1	66.496	80.623	88.023
2	41.89	50.789	55.451	2	17.284	20.956	22.879
3	31.968	38.759	42.317	3	12.124	14.7	16.05
4	26.389	31.995	34.932	4	9.652	11.702	12.777

Hasil perhitungan debit koltam 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

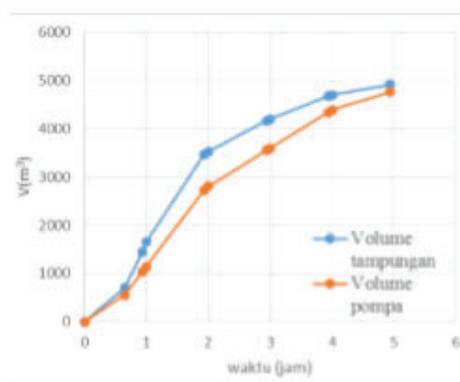
Tabel 8: Hasil Perhitungan Debit Koltam 1

Jam	R	I	C	A	Q
		mm/jam			
		km ²			m ³ /s
1	80.62302	81.57471	0.714707	0.101956	1.652505
2	20.95562	21.20299	0.714707	0.101956	0.429521
3	14.69988	14.8734	0.714707	0.101956	0.301299
4	11.70255	11.84069	0.714707	0.101956	0.239864

Tabel 9: Hasil Perhitungan Debit Koltam 2



Gambar 4. Volume Kolam Tampung 1 dan Pompa



Gambar 5. Volume Kolam Tampung 2 dan Pompa

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh pada tugas akhir ini berdasarkan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil survey dan data, terdapat genangan pada kawasan perumahan saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Genangan paling tinggi terjadi pada daerah cekungan pada perumahan. Selain pada daerah cekungan, bagian dekat saluran sekunder pada perumahan sering terjadi genangan dengan tinggi sekitar 20 cm.
2. Genangan pada kawasan Sukolilo Dian Regency terjadi disebabkan karena beberapa hal diantaranya:
 - a. Penyebab pertama adalah tidak sesuai dimensi saluran eksisting dengan kapasitas yang dibutuhkan berdasarkan debit banjir rencana 5 tahun, dimana dengan tinggi hujan R 24 sebesar 127,98 mm didapat debit rencana 0,988 m³/s sedangkan saluran hanya

mampu menampung debit 0,15 m³/s. Ini menyebabkan adanya genangan pada titik tertentu terutama pada daerah cekungan.

- b. Penyebab kedua adalah adanya pengaruh pasang yang dapat berdampak pada daerah perumahan, terutama saat pasang datang bersamaan dengan hujan turun.
3. Dikarenakan tidak mampunya saluran eksisting menampung debit rencana, maka direncanakan mengubah saluran eksisting menjadi saluran U- ditch di semua daerah perumahan. Pada saluran U- ditch depan rumah pada umumnya direncanakan menggunakan U-ditch berukuran lebar 50 cm x 50 cm. Sedangkan dari hasil perhitungan didapat ukuran U-ditch terbesar yang dipakai pada sistem drainase perumahan berukuran 1,2 meter x 1,2 meter.
 4. Setelah melihat beberapa masalah pada lapangan, maka dicari fasilitas drainase tambahan apa yang mampu mengatasi masalah yang belum terselesaikan. Untuk menanggulangi masalah genangan saat pasang terjadi, dibuatlah kolam tampung untuk menampung debit limpasan sementara agar debit limpasan tersebut tidak membebani saluran sekunder. Setelah menghitung volume limpasan yang ada, direncanakan dua kolam tampung. Kolam tampung pertama direncanakan dengan dimensi 30 meter x 27 meter dan penambahan pompa dengan debit 0,35 m³ / s yang difungsikan pada jam ke 0,3 sampai jam ke 4, sedangkan kolam tampung kedua direncanakan dengan dimensi 20 meter x 15 meter dan penambahan 2 pompa dengan debit 0,47 m³ / s yang difungsikan pada jam ke 0,65 sampai jam ke 2 dan 0,22 m³ / s yang disungsikan pada jam ke 2 sampai jam ke 4. Pompa difungsikan untuk menanggulangi terbatasnya lahan yang tersedia sehingga dimensi kolam tampung yang dibutuhkan tidak terlalu besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Febriana, Y., 2009. Analisis Sistem Drainase Medokan Terhadap Fluktuasi Debit Kali Wonokromo. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [2] Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta : Andi.