

PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE PERUMAHAN SUKOLOLO PARK REGENCY DI SURABAYA TIMUR

Sharfina Cintanty Purwandani, Umboro Lasminto dan Edijatno
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail : umboro.lasminto@ce.its.ac.id

Abstrak— Perumahan merupakan salah satu contoh pertumbuhan fisik yang menjadi kebutuhan papan manusia. Akses jalan yang semakin baik di wilayah Surabaya Timur, membuat pengembang properti mendirikan Perumahan Sukolilo Park Regency. Perubahan tata guna lahan yang sebelumnya merupakan daerah tambak dan kondisi drainase yang kurang memadai mengakibatkan di lokasi studi masih terjadi banjir. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan perencanaan ulang sistem drainase dengan cara mengevaluasi saluran eksisting. Analisis yang dilakukan dalam pengerjaan artikel ini yaitu analisis hidrologi untuk mendapatkan debit banjir rencana dan analisis hidrolika untuk mengevaluasi debit saluran eksisting dengan debit rencana. Untuk menghitung curah hujan rencana menggunakan metode distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Hasil pengolahan data hujan diperoleh metode uji parameter terpilih yaitu Distribusi Normal dengan besarnya curah hujan 5 tahun sebesar 127,981 mm. Setelah dilakukan kontrol kapasitas, saluran eksisting tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana sehingga direncanakan penampang baru serta analisis kolam tampung dan pompa air.

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, didapatkan curah hujan rencana periode ulang 5 tahun sebesar 127,981 mm. Kapasitas saluran eksisting tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana sehingga direncanakan penampang baru menggunakan U-ditch. Dimensi terbesar U-ditch untuk saluran tersier 1,0 meter × 1,2 meter sedangkan untuk saluran sekunder 1,0 meter × 1,2 meter. Dimensi kolam tampung eksisting 50,35 meter × 175,5 meter dengan kedalaman 1,38 meter. Pengoperasian kolam tampung direncanakan dilengkapi pintu air dan pompa berkapasitas 0,139 m³/detik dan 0,100 m³/detik. Dengan demikian masalah banjir yang terjadi dapat diselesaikan.

Kata Kunci : banjir, drainase, kolam tampung, sukolilo park regency

I. PENDAHULUAN

Kota Surabaya merupakan ibu kota Provinsi Jawa Timur yang dikenal sebagai Kota Pahlawan, salah satu kota metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah Kota Jakarta. Kota Surabaya sendiri terbagi menjadi empat teritorial yaitu Surabaya Barat, Surabaya Selatan, Surabaya Timur, dan Surabaya Tengah. Dengan jumlah penduduk metropolisnya yang hampir tiga juta jiwa, hal ini berpengaruh terhadap kebutuhan tempat tinggal yang meningkat seperti perumahan. Berdasarkan survei Colliers Indonesia, Surabaya Timur merupakan teritorial dengan jumlah properti terbanyak yakni 47 persen, Surabaya Barat dengan 36 persen, dan 5.000 unit apartemen di teritorial Surabaya Tengah dan Selatan. Dengan akses jalan yang semakin baik di wilayah Surabaya Timur, tidak heran jika pengembang properti mulai membangun hunian baru di sana.

Berbagai potensi daerah serta dukungan sumber daya manusia yang memadai, maka dalam perkembangan wilayah Surabaya Timur mampu menjadi salah satu daerah strategis bagi developer untuk mendirikan Perumahan Sukolilo Park Regency. Perumahan ini merupakan salah satu contoh pertumbuhan fisik yang menjadi

kebutuhan papan manusia. Pembangunan Perumahan Sukolilo Park Regency mempengaruhi perubahan tata guna lahan yang sebelumnya merupakan daerah tambak menjadi perumahan. Akibat perubahan tata guna lahan tersebut, saat musim penghujan dengan intensitas hujan yang tinggi dan pasang terjadi, kapasitas saluran eksisting tidak mampu menampung debit yang mengalir sehingga masih terjadi banjir. Untuk sistem drainase perumahan ini dialirkan menuju saluran pembuang sementara yaitu tambak. Terjadinya banjir di lokasi studi apabila dibiarkan terus menerus akan mengganggu aktivitas penduduk Perumahan Sukolilo Park Regency.

Pemerintah Kota Surabaya sebenarnya telah berusaha mengurangi banjir di Surabaya secara menyeluruh salah satunya dengan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP), namun hasil dari usaha tersebut diduga belum sepenuhnya optimal. Hal tersebut terjadi akibat perubahan alih fungsi lahan menjadi daerah pemukiman dan pusat kegiatan ekonomi lainnya sehingga masalah banjir di Kota Surabaya secara umum belum teratasi. Melihat kondisi di Perumahan Sukolilo Park Regency, perlu dilakukan perencanaan ulang sistem drainase yang baik agar kondisi banjir yang terjadi dapat diatasi. Namun, data mengenai

saluran pembuang sementara yang kurang lengkap menjadi salah satu kendala dalam perencanaan ulang ini. Dalam pengerjaan artikel selain merencanakan ulang sistem drainase lokasi studi juga merencanakan pengoperasian kolam tampung yang dilengkapi pintu air dan pompa sehingga dengan adanya perencanaan ini diharapkan dapat meminimalisir terjadinya banjir yang terjadi.

II. METODOLOGI

Terdapat tiga tahap metodologi yang perlu dilakukan dalam pengerjaan artikel ini, antara lain:

- Tahap Persiapan Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Tahap persiapan meliputi studi lapangan dan studi literatur.
- Pengumpulan Data Tiga data yang dibutuhkan untuk menunjang perencanaan ini antara lain data hidrologi, data peta (peta topografi, layout kawasan perumahan, dan peta SDMP), data hidrolika.
- Tahap Analisis Perencanaan Setelah semua data-data yang diperlukan telah terkumpul, maka dapat dilakukan analisis hidrologi, analisis hidrolika, perencanaan penampang baru, dan perencanaan kolam tampung untuk menyelesaikan permasalahan dalam pengerjaan artikel ini.

Langkah-langkah penyusunan artikel digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan Penyusunan Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Hujan Rencana

Perhitungan hujan rencana pada lokasi studi menggunakan metode poligon Thiessen, karena wilayahnya cenderung datar [1]. Pada awal analisis terdapat tiga stasiun hujan yang berpengaruh di lokasi studi yaitu Stasiun Larangan, Stasiun Gubeng, dan Stasiun Keputih. Setelah dilakukan analisis menggunakan metode Poligon Thiessen dengan cara menghubungkan antara tiga stasiun kemudian dipotong tegak lurus pada tengah sumbu, diperoleh satu stasiun hujan yang berpengaruh pada sistem drainase perumahan lokasi studi yaitu Stasiun Hujan Keputih. dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil metode poligon Thiessen

Data hujan stasiun hujan Keputih yang digunakan adalah selama 18 tahun terakhir, mulai tahun 2000 hingga tahun 2017. Hasil perhitungan hujan maksimum (Rmax) setiap tahun ditabelkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Data Hujan Maksimum Pertahun Stasiun Keputih Kota Surabaya

No	Tahun	R. max (mm)	No	Tahun	R. max (mm)
1	2000	88	10	2009	120
2	2001	103	11	2010	90
3	2002	123	12	2011	78
4	2003	102	13	2012	85
5	2004	58	14	2013	80
6	2005	110	15	2014	134
7	2006	140	16	2015	84
8	2007	127	17	2016	164
9	2008	90	18	2017	124

B. Analisa Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi hujan dilakukan untuk mencari nilai ekstrem hujan atau debit dalam periode waktu tertentu [2]. Metode distribusi frekuensi yang umum digunakan untuk analisis frekuensi hujan adalah metode distribusi normal, log normal, Gumbel, Log Pearson III. Dari keempat distribusi tersebut, perlu dicari metode distribusi yang memenuhi persyaratan parameter statistik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Pengujian distribusi ini terdiri dari uji koefisien kemencengen (Cs) dan koefisien ketajaman (Ck).

Tabel 2: Pemilihan Jenis Distribusi yang Sesuai

Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis Parameter	Kesimpulan
Normal	Cs = 0	0,3867	OK
	Ck = 3	3,270	
Log Normal	Cs = Cv ² +3Cv	-0,223	Not OK
	Cs = 0,167		
	Ck = Cv ³ +6Cv ² +15Cv ² +16Cv ² +3	3,371	
Gumbel	Cs = 1.14	0,3867	Not OK
	Ck = 5.4	3,270	
Log Pearson III	Cs bebas	0,3867	OK
	Ck bebas	3,270	

Hasil perhitungan pada Tabel 2 menunjukkan terpilihnya metode distribusi normal dan Log Pearson Tipe III. Dari kedua metode distribusi tersebut dilakukan uji kecocokan distribusi menggunakan uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov untuk menentukan distribusi terpilih yang paling sesuai digunakan. Untuk uji Chi Kuadrat nilai X^2 (chi kuadrat) harus lebih besar dari X_h^2 (Chi Kritis) sedangkan untuk uji Smirnov-Kolmogorov nilai D_0 harus lebih besar dari D_{max} . Berikut hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil Uji Kecocokan

Persamaan Distribusi	Chi Kuadrat		Smirnov-Kolmogorov	
	X_h^2	Nilai X^2	Dmax	Nilai D_0
Normal	5,333	< 7,815	Dapat Diterima	0,074 < 0,31
Log Pearson III	2,667	< 9,488	Dapat Diterima	0,101 < 0,31

Berdasarkan Tabel 3, kedua metode distribusi memenuhi persyaratan. Untuk perhitungan curah hujan PUH 5 Tahun digunakan metode distribusi normal sebagai berikut :

Pada perhitungan didapatkan :

$$\text{Nilai rata hitung } (\bar{X}) = 105,556$$

$$\text{Standar deviasi } (S) = 26,697$$

$$\text{Koefisien kemencenga } (Cs) = 0,387$$

Nilai faktor probabilitas (K) untuk untuk periode $T=5$ tahunan didapatkan dari Tabel Variable Reduksi Gauss yaitu $K = 0,84$

R₂₄ maksimum PUH 5 Tahun :

$$X = \bar{X} + S \cdot k \\ = 105,556 + 26,697 \cdot 0,84$$

$$X_5 = 127,981 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk perhitungan curah hujan PUH 5 tahun menggunakan metode Distribusi Log Pearson III sebagai berikut :

Pada perhitungan didapatkan :

$$\text{Nilai rata-rata curah hujan } (Y) = \log X = 2,010$$

$$\text{Standar deviasi } (S) = 0,112$$

$$\text{Koefisien kemencengan } Cs = -0,223$$

Nilai Faktor frekuensi (K T) untuk untuk periode $T = 5$ tahunan didapatkan dari Tabel Nilai K Distribusi Log Pearson III yaitu $K T = 0,851$

R₂₄ maksimum PUH 5 tahun :

$$Y T = \log X + K T \cdot Cs \\ = 2,010 + 0,851 \cdot (-0,223)$$

$$Y T = 1,811$$

$$\text{Antilog } Y T = 127,427 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan, dipilih PUH 5 tahun terbesar yaitu dengan metode distribusi normal untuk perhitungan curah hujan periode ulang dengan curah hujan rencana sebesar 127,981 mm.

C. Perhitungan Koefisien Pengaliran

Untuk keperluan perencanaan, ditetapkan empat jenis permukaan dalam lokasi studi dengan nilai koefisien pengaliran ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4: Nilai Koefisien Pengaliran (C) Untuk Beberapa Jenis Permukaan di Perumahan Sukolilo Park Regency

Jenis Permukaan	C
Bangunan	0,9
Lahan	0,2
Taman	0,15
Jalan	0,8

D. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c) dibagi menjadi dua komponen, yaitu t_0 (waktu aliran air pada permukaan lahan yang masuk kedalam saluran) dan t_f (waktu aliran air yang mengalir sepanjang saluran). Untuk menghitung t_0 digunakan nilai koefisien hambatan (nd) yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Nilai Koefisien Hambatan (Nd)

Jenis Permukaan	Nilai Koefisien Hambatan (nd)
Atap	0,02
Lahan	0,2
Jalan	0,013
Taman	0,2

E. Perhitungan Intensitas Hujan

Data curah hujan yang tersedia dalam perencanaan ini adalah data curah hujan harian sehingga digunakan rumus Mononobe untuk menghitung intensitas hujan. Dari hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan hujan harian rencana (R_{24}) adalah 127,981 mm, didapatkan nilai intensitas hujan untuk saluran tersier berkisar 45,306 mm/jam hingga 318,895 mm/jam sedangkan saluran sekunder berkisar 45,262 mm/jam hingga 45,306 mm/jam.

F. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir (Q) di lokasi studi memakai Metode Rasional yang nantinya digunakan untuk keperluan desain saluran dan kolam tampung. Parameter untuk menghitung debit banjir adalah nilai koefisien pengaliran (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah pengaliran atau DAS (A). Sehingga didapatkan debit limpasan permukaan ($Q_{hidrologi}$) terbesar untuk saluran tersier sebesar $0,376 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan saluran sekunder sebesar $0,688 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk selanjutnya hasil perhitungan ini digunakan dalam penentuan debit banjir rancangan.

G. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Dalam perhitungan Q hidrolika untuk saluran tersier dan sekunder menggunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning [3].

Saluran eksisting pada Perumahan Sukolilo Park Regency ini terbuat dari beton pada kedua sisinya dengan harga koefisien kekasaran Manning 0,020. Dari perhitungan yang telah dilakukan, nilai Q hidrolika saluran tersier sebesar $0,3391 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk saluran sekunder sebesar $0,191 \text{ m}^3/\text{detik}$.

H. Evaluasi Kondisi Saluran

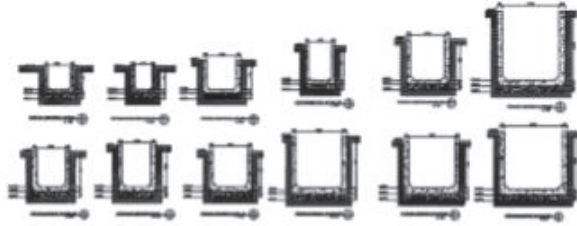
Evaluasi kondisi saluran dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan dimensi yang ada saat ini (*eksisting*) Perhitungan evaluasi kondisi saluran yaitu dengan membandingkan debit manakah yang lebih besar. Apabila nilai $Q_{hidrolika}$ lebih besar dari nilai $Q_{hidrologi}$ artinya penampang mampu menampung debit yang masuk (air tidak meluber), sebaliknya jika $Q_{hidrologi}$ lebih besar dari nilai $Q_{hidrolika}$ artinya penampang saluran eksisting tidak mampu menampung debit yang masuk (air meluber) sehingga dibutuhkan perencanaan ulang saluran untuk menampung debit agar air tidak meluber dan menyebabkan banjir di sekitar kawasan perumahan.

Berdasarkan hasil analisis, hampir seluruh penampang eksisting tidak mampu menampung debit Q_5 tahun. Untuk menghindari terjadinya banjir pada lokasi studi, diperlukan perencanaan ulang dimensi saluran dengan direncanakan menggunakan U-ditch.

I. Perencanaan Ulang Dimensi Saluran

Rencana perbaikan saluran drainase digunakan untuk mencegah terjadinya luapan air dari saluran yang menyebabkan terjadinya banjir. Hasil analisis didapatkan dua belas model saluran drainase yang baru untuk mengganti dimensi saluran drainase yang lama pada lokasi-lokasi saluran yang tidak mampu menampung debit banjir, diperoleh dimensi U-ditch untuk saluran tersier berdimensi 0,3 meter \times 0,4 meter, 0,4 meter \times 0,4 meter, 0,4 meter \times 0,5 meter, 0,4 meter \times 0,6 meter, 0,4 meter \times 0,5 meter, 0,5 meter \times 0,5 meter, 0,5 meter \times 0,6 meter, 0,5 meter \times 0,7 meter, 0,6 meter \times 0,6 meter, 0,6 meter \times 0,7 meter, 0,6 meter \times 0,8 meter, 0,8 meter \times 0,8 meter, 1,0 meter \times 1,0 meter, 1,0 meter \times 1,2 meter. Sedangkan untuk saluran sekunder berdimensi 1,0 meter \times 1,2 meter. Spesifikasi dan dimensi U-ditch yang digunakan dari "Pipe &

Precast Indonesia". Pada Gambar 3 menunjukkan saluran drainase rencana. Hasil perhitungan perencanaan ulang dimensi penampang baru dengan menggunakan U-ditch dapat disimpulkan bahwa dimensi penampang baru mampu menampung debit Q 5 tahun.



Gambar 3. Saluran drainase rencana

J. Analisis Kolam Tampung

Kolam tampung direncanakan untuk menampung sementara air limpasan dari saluran bagian timur Perumahan Sukolilo Park Regency, sebelum dialirkan keluar menuju saluran selanjutnya (bagian utara). Kondisi kolam tampung di Perumahan Sukolilo Park Regency sudah terisi air (dead storage) setinggi 1,16 meter (perhitungan di lapangan) dari tinggi total yaitu 1,38 meter (perhitungan di lapangan) dan memiliki panjang 175,5 meter dan lebar 50,35 meter.

1. Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam-Jaman
Perhitungan awal kolam tampung adalah menghitung curah hujan jam jaman untuk mendapatkan hidrograf satuan karena tinggi hujan tiap jam berbeda-beda kemudian untuk menghitung debit banjir curah hujan jam jaman menggunakan metode Rasional. Lamanya hujan terpusat di Indonesia sendiri tidak lebih dari 7 jam. Hal ini didasari dari Laporan Akhir Departemen Pekerjaan Umum. Karena lamanya hujan terpusat di Indonesia yang tidak lebih dari 7 jam, maka direncanakan durasi optimum hujan rencana di wilayah Kota Surabaya sebesar 4 jam [4]. Hasil perhitungan tinggi hujan pada jam ke-t ditunjukkan pada Tabel 6.

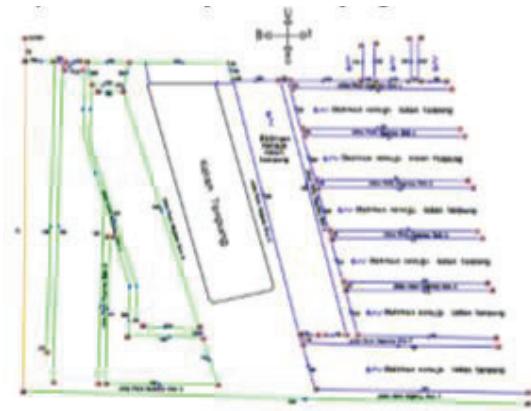
Tabel 6: Tinggi hujan pada jam ke-t

Jam	PUH 5 Tahun mm	Rt' Jam	PUH 5 Tahun mm
1	80,623	1	80,62302
2	50,789	2	20,95562
3	38,760	3	14,69988
4	31,995	4	11,70255

2. Perhitungan Debit Inflow

Perhitungan debit inflow yang masuk ke kolam tampung menggunakan metode Rasional. Pada

Gambar 4. direncanakan saluran bagian timur Perumahan Sukolilo Park Regency dialirkan menuju kolam tampung.



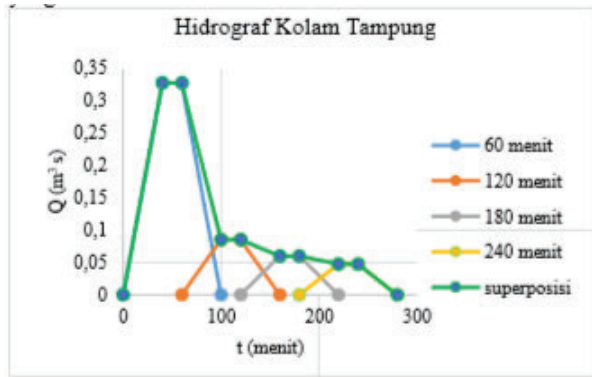
Gambar 4. Sket Inflow Kolam Tampung

Hasil perhitungan debit yang masuk ke dalam kolam tampung dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Hasil Perhitungan Debit Inflow Kolam Tampung

No	t (menit)	Q_{inflow} (m ³ /s)	No	t (menit)	Q_{inflow} (m ³ /s)
1	0	0	18	150	0,0614
2	10	0,0818	19	160	0,0598
3	20	0,1636	20	160,096	0,0598
4	30	0,2453	21	170	0,0598
5	40	0,3271	22	180	0,0598
6	40,096	0,3279	23	190	0,0567
7	50	0,3279	24	200	0,0537
8	60	0,3279	25	210	0,0507
9	70	0,2674	26	220	0,0476
10	80	0,2069	27	220,096	0,0476
11	90	0,1463	28	230	0,0476
12	100	0,0858	29	240	0,0476
13	100,096	0,0852	30	250	0,0357
14	110	0,0852	31	260	0,0318
15	120	0,0852	32	270	0,0239
16	130	0,0646	33	280	0,0005
17	140	0,063	34	280,096	0

Selanjutnya dibuat grafik hidrograf satuan dengan penambahan superposisi. Gambar 5 menunjukkan pada menit ke-60 memiliki Q (debit) terbesar karena dipengaruhi tinggi hujan yang tinggi. Setelah hujan jam pertama selesai, dapat dilihat pada grafik menit ke-120 datang dengan tinggi hujan yang lebih kecil.

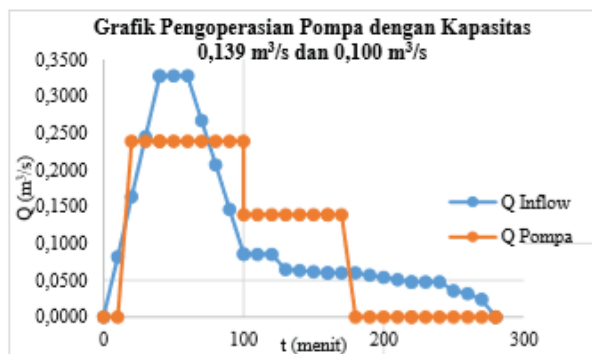


Gambar 5. Grafik hidrograf superposisi kolam tampung

Kondisi kolam tampung di lokasi studi terdapat dead storage dengan volume sebesar 10250,253 m³. Kemudian di coba melakukan perhitungan tanpa menggunakan pompa. Dari hasil perhitungan volume kolam tampung tanpa menggunakan pompa masih terjadi overflow sehingga dibutuhkan pompa.

K. Analisis Pompa Air

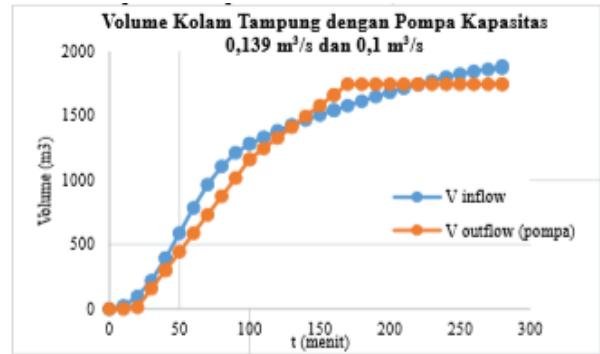
Pada kolam tampung Perumahan Sukolilo Park Regency digunakan pompa untuk membantu mengeluarkan air dari kolam tampung menuju saluran selanjutnya (bagian utara). Pompa yang akan digunakan yaitu pompa dengan kapasitas pompa 0,139 m³/detik dan 0,100 m³/detik. Perhitungan volume tampungan yang diperlukan menggunakan dua cara yaitu dengan cara lengkung “S” dan cara pengoperasian. Hasil perhitungan dengan dua cara tersebut didapatkan volume tampungan sebesar 401,098 m³. Untuk grafik pengoperasian pompa dengan kapasitas 0,139 m³/detik dan 0,100 m³/detik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengoperasian pompa

Terdapat dead storage dengan volume sebesar 10250,253 m³ pada kolam tampung yang tersedia di lokasi studi. Grafik akumulasi volume inflow kolam tampung dan volume outflow dengan

pompa kapasitas 0,139 m³/detik dan 0,1 m³/detik dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik volume inflow dengan volume outflow kolam tampung

Hasil dari analisis perhitungan pengoperasian pompa, direncanakan memasang pompa dengan kapasitas debit 0,139 m³/detik dan 0,100 m³/detik. Pompa dinyalakan dengan durasi dimulai dari menit ke-20 sampai dengan menit ke-100. Selanjutnya, digunakan satu pompa dengan kapasitas debit 0,139 m³/detik sampai dengan menit ke-170. Untuk hasil Perhitungan pengoperasian pompa menggunakan kapasitas 0,100 m³/detik dan 0,139 m³/detik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8: Perhitungan Pengoperasian Pompa

t (menit)	Inflow		Pompa					Volume Tampungan Akhir (m ³)	Tinggi Air (m)	Keterangan	
	Q inflow (m ³ /s)	V inflow Kum (m ³)	Q pompa 1 (m ³ /s)	Q pompa 2 (m ³ /s)	Q out pompa total (m ³ /s)	V out pompa (m ³)	V out pompa Kum (m ³)				
0	0,0000	0,000	0	0	0	0	0	10250,253	1,16	AMAN	
10	0,0818	24,534	24,53	0	0	0	0	10225,719	1,157	AMAN	
20	0,1636	73,603	98,14	0,139	0,100	0,239	14,34	10166,456	1,151	AMAN	
30	0,2453	122,672	220,81	0,139	0,100	0,239	145,4	10187,184	1,153	AMAN	
40	0,3271	171,740	392,55	0,139	0,100	0,239	145,4	10158,943	1,150	AMAN	
40,096	0,3279	18832	396,43	0,139	0,100	0,239	1,573	302,513	10158,355	1,150	AMAN
50	0,3279	194,860	589,29	0,139	0,100	0,239	142,027	444,54	10105,501	1,144	AMAN
60	0,3279	196,745	786,04	0,139	0,100	0,239	145,4	587,94	10052,156	1,138	AMAN
70	0,2674	178,587	964,62	0,139	0,100	0,239	143,4	731,34	10016,968	1,134	AMAN
80	0,2069	142,273	1106,90	0,139	0,100	0,239	143,4	874,74	10018,096	1,134	AMAN
90	0,1463	105,958	1212,86	0,139	0,100	0,239	143,4	1018,14	10055,538	1,138	AMAN
100	0,0858	69,643	1282,50	0,139	0,100	0,239	143,4	1161,54	10129,294	1,146	AMAN
100,096	0,0852	0,491	1282,99	0,139	0,139	0,799	1162,339	10129,602	1,146	AMAN	
110	0,0852	50,648	1333,64	0,139	0,139	82,601	1244,94	10161,555	1,150	AMAN	
120	0,0852	51,138	1384,78	0,139	0,139	83,4	1328,34	10193,817	1,154	AMAN	
130	0,0844	44,941	1429,72	0,139	0,139	83,4	1411,74	10232,276	1,158	AMAN	
140	0,0630	38,266	1467,98	0,139	0,139	83,4	1495,14	10277,409	1,163	AMAN	
150	0,0414	37,312	1505,30	0,139	0,139	83,4	1578,54	10323,497	1,168	AMAN	
160	0,0598	36,358	1541,65	0,139	0,139	83,4	1661,94	10370,538	1,174	AMAN	
160,096	0,0598	0,344	1542,00	0,139	0,139	0,799	1662,738797	10370,994	1,174	AMAN	
170	0,0598	35,529	1577,53	0,139	0,139	82,601	1745,34	10651,351	1,179	AMAN	
180	0,0598	35,872	1613,40	0	0	0	1745,34	10382,194	1,175	AMAN	
190	0,0597	34,960	1648,36	0	0	0	1745,34	10347,234	1,171	AMAN	
200	0,0537	33,136	1681,49	0	0	0	1745,34	10314,098	1,167	AMAN	
210	0,0507	31,312	1712,81	0	0	0	1745,34	10282,787	1,164	AMAN	
220	0,0476	29,487	1742,29	0	0	0	1745,34	10252,299	1,160	AMAN	
220,096	0,0476	0,274	1742,57	0	0	0	1745,34	10253,026	1,160	AMAN	
230	0,0476	28,284	1770,85	0	0	0	1745,34	10224,741	1,157	AMAN	
240	0,0476	28,558	1799,41	0	0	0	1745,34	10196,184	1,154	AMAN	
250	0,0357	24,997	1824,41	0	0	0	1745,34	10171,187	1,151	AMAN	
260	0,0318	20,252	1844,66	0	0	0	1745,34	10150,935	1,149	AMAN	
270	0,0236	16,708	1861,37	0	0	0	1745,34	10134,227	1,147	AMAN	
280	0,0005	7,309	1868,67	0	0	0	1745,34	10126,918	1,146	AMAN	
280,096	0,0000	19,160	1887,84	0	0	0	1745,34	10107,738	1,144	AMAN	

L. Perhitungan Pintu Air

Pintu air berfungsi untuk mengalirkan debit limpasan dari kolam tampung menuju saluran selanjutnya yang berada di utara kolam tampung. Pintu air digunakan pada saat air masih dapat mengalir secara gravitasi dari kolam tampung.

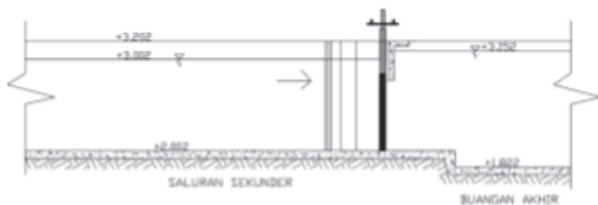
Pintu air dibuat dari pelat dan rangka baja. Dalam perencanaan pintu faktor-faktor yang harus dipertimbangkan yaitu berbagai beban yang bekerja pada pintu dan alat pengangkat [5]. Hasil perhitungan pintu air di saluran dengan debit air yang diizinkan keluar $0,239 \text{ m}^3/\text{detik}$, diperoleh :

lebar pintu air = 1,2 meter
tinggi bukaan pintu air = 0,2 meter
tinggi pintu air = 0,3 meter
tebal pintu air = 0,02 meter

Stang direncanakan dari baja berdiameter 7 cm dengan panjang stang 0,2 meter.

M. Analisa Backwater

Pada hari-hari tertentu dikhawatirkan datangnya pasang bersamaan dengan datangnya hujan dengan intensitas tinggi. Dari hasil perhitungan perencanaan dimensi saluran perumahan, didapat elevasi muka air hilirnya adalah +3,002 dan elevasi dasar salurannya +2,002. Hasil survei lapangan, saat pasang dan hujan datang dengan intensitas tinggi, debit yang berasal dari perumahan tidak dapat mengalir secara gravitasi dikarenakan saat pasang datang elevasi muka air di saluran pembuang sementara hampir sama bahkan lebih tinggi dari saluran perumahan. Diasumsikan saat air pasang, tinggi muka air maksimum di saluran pembuang sementara adalah setinggi muka air di hilir saluran perumahan ditambah 10 cm sampai dengan 20 cm sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi backwater pada saluran perumahan. Sketsa backwater pada hilir saluran perumahan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sketsa Backwater Pada Hilir Saluran Perumahan

Untuk mengatasi backwater, dibutuhkan pintu air dan pompa air di hilir saluran perumahan. Pada saat elevasi muka air downstream, di mana saluran pembuang sementara lebih tinggi daripada elevasi muka air upstream (saluran perumahan) maka pintu air ditutup kemudian pompa dioperasikan. Berdasarkan hasil perhitungan debit hidrologi di outlet sebesar $0,668 \text{ m}^3/\text{detik}$ maka menggunakan pompa dengan kapasitas $0,692 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Hasil perhitungan pintu air di saluran outlet dengan debit air yang diizinkan keluar yaitu $0,692 \text{ m}^3/\text{detik}$, diperoleh :

lebar pintu air = 1,2 m
tinggi bukaan pintu air = 0,6 meter
tinggi pintu air = 0,7 meter
tebal pintu air = 0,02 meter

Stang direncanakan dari baja berdiameter 7 cm dengan panjang stang 0,6 meter.

Prosedur operasional :

Prosedur operasional diperlukan sebagai acuan pengoperasian pintu air dan pompa. Adapun prosedur operasional yang harus dilakukan yaitu:

1. Pintu air ditutup sempurna untuk mencegah terjadinya *backwater* dari saluran pembuang sementara (tambak).
2. Jika terjadi *backwater* dari saluran pembuang sementara, pintu harus ditutup dan pompa air dioperasikan untuk mengurangi peluapan air.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan berbagai analisis dan perhitungan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari pengerjaan artikel ini sebagai berikut :

1. Hasil dari survei lapangan, masih terjadinya banjir di Perumahan Sukolilo Park Regency seperti di Blok C, Blok E, Blok G, Blok H, Blok I, Blok K, dan Blok L akibat dimensi saluran eksisting yang memiliki kapasitas kecil sehingga saat hujan turun dengan intensitas tinggi, saluran tidak mampu menampung debit banjir. Dari hasil studi lapangan, diperlukan analisis perencanaan ulang saluran di lokasi studi.
2. Berdasarkan hasil analisis hidrologi (PUH 5 tahun) dengan tinggi hujan 127,981 mm, besar debit banjir rencana (Qhidrologi) untuk saluran di Perumahan Sukolilo Park Regency yaitu $0,5375 \text{ m}^3/\text{detik}$ di saluran tersier dan $0,688 \text{ m}^3/\text{detik}$ di saluran sekunder, namun saluran eksisting hanya mampu mengalirkan debit sebesar $0,191 \text{ m}^3/\text{detik}$ di saluran tersier dan $0,376 \text{ m}^3/\text{detik}$ di saluran sekunder.
3. Setelah dilakukan evaluasi kondisi saluran eksisting, diperlukan perencanaan ulang saluran menggunakan U- ditch sebagai solusi untuk menanggulangi dimensi saluran yang tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana. Dimensi eksisting saluran tersier yaitu 0,65 meter x 0,7 meter dan saluran sekunder 0,54 meter x 0,9 meter. Setelah dilakukan perhitungan, dibutuhkan U-ditch

untuk mengganti saluran eksisting di saluran tersier 1,0 meter x 1,2 meter sedangkan untuk saluran sekunder digunakan U-ditch berdimensi 1,0 meter x 1,2 meter.

4. Kondisi eksisting kolam tampung di Perumahan Sukolilo Park Regency berdimensi 50,35 meter x 175,5 meter dengan kedalaman 1,38 meter masih belum difungsikan oleh penduduk. Dalam tugas akhir ini direncanakan adanya pengoperasian kolam tampung dilengkapi pintu air dan pompa berkapasitas 0,139 m³ /detik dan 0,100 m³ /detik yang berfungsi untuk mengeluarkan air dari kolam tampung menuju saluran selanjutnya (bagian utara).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: ANDI (2004) 27.
- [2] Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: ANDI (2004) 32.
- [3] Nadjaji, Anwar. Rekayasa Sumber Daya Air. Surabaya: ITS Press (2012) 45-49.
- [4] Made Gita Pitaloka. Perencanaan Sistem Drainase Kebon Agung Kota Surabaya, Jawa Timur. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2017) 70.
- [5] Soekibat Roedy Soesanto. Perencanaan Bangunan Air. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS (2010) X 9.