

Perencanaan Ulang Sistem *Drainase* Perumahan Mulyosari, Surabaya Timur

Rizaldi Firdaus Ardiyanto, Umboro Lasminto, dan Anak Agung Ngurah Satria Damarneegara
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: umboro_hydro@yahoo.com

Abstrak—Surabaya merupakan salah satu kota yang mengalami pengembangan yang cukup pesat dalam pembangunan perumahan. Daerah yang dulunya merupakan sawah ataupun lahan kosong diubah fungsinya menjadi perumahan. Termasuk perumahan Mulyosari dengan luas $\pm 85,397$ ha yang memiliki kondisi geografis rendah dan cenderung datar. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, terjadi permasalahan yaitu adanya genangan di beberapa titik pada daerah perumahan saat musim hujan. Hal ini dapat diatasi dengan merencanakan ulang dimensi saluran *drainase* serta dengan penambahan fasilitas *drainase* seperti pembangunan kolam tampung, pintu air, ataupun pompa. Perencanaan pada studi ini menggunakan simulasi dengan program bantu *Storm Water Management Model (SWMM) 5.1* yang diawali dengan melakukan pengumpulan data, yaitu data hidrologi (data curah hujan), data peta yang terdiri dari peta topografi dan layout perumahan, dan data hidrolika yang didapat dengan cara tinjauan langsung pada lapangan. Analisis yang dilakukan dengan program bantu SWMM bertujuan untuk mengetahui apakah saluran dapat menampung debit banjir yang ada. Kemudian dilakukan perencanaan ulang dimensi dan perencanaan fasilitas *drainase* seperti pembangunan kolam tampung dan pompa. Hasil dari studi ini adalah dengan tinggi hujan periode ulang 10 tahun sebesar 120,328 mm, didapatkan debit banjir atau maksimum pada sistem *drainase* Perumahan Mulyosari sebesar 12,04 m³/dtk yaitu pada jam ke-2 setelah simulasi menggunakan program bantu SWMM dimulai. Pada studi ini direncanakan kolam tampung dan pompa pada hilir dengan debit masuk sebesar 2,66 m³/dtk, dan kolam tampung direncanakan memiliki luas sebesar 500 m² dengan kedalaman 2,5 m dan membutuhkan 4 unit pompa dengan masing-masing berkapasitas 0,65 m³/dtk. Untuk spesifikasi pintu air pada hilir sistem *drainase* Perumahan Mulyosari berjumlah 2 dengan pilar selebar 0,5 m di antaranya. Dimensi dari pintu air tersebut yaitu lebar 0,85 m; tinggi daun pintu 0,75 m; tebal 0,01 m; dan diameter tang 5,00 cm.

Kata Kunci—Genangan, Kolam Tampung, Perumahan Mulyosari, Pintu Air, Pompa, Saluran *Drainase*, *Storm Water Management Model*.

I. PENDAHULUAN

DAERAH-daerah di Surabaya yang dulu merupakan sawah, tambak, rawa, ataupun lahan kosong berubah fungsi menjadi perumahan. Perumahan Mulyosari yang berada di Surabaya Timur, dahulu merupakan daerah rawa yang kini berubah fungsi menjadi lahan perumahan. Dengan terjadinya perubahan tata guna lahan tersebut, maka besarnya koefisien pengaliran pun akan berubah karena fungsi penyerapan lahan semakin kecil dan air yang mengalir di permukaan pun semakin besar. Perumahan Mulyosari yang memiliki luas $\pm 85,397$ ha memiliki kondisi geografis yang rendah dan cenderung datar. Dengan kondisi geografis seperti tersebut dan dengan dimensi saluran eksisting, pada musim penghujan terjadi intensitas hujan yang tinggi dan terjadi

Tabel 1.
Data Hujan Maksimum Perumahan Mulyosari

No.	Tahun	R ₂₄ (mm)	No.	Tahun	R ₂₄ (mm)
1	1995	87,44	11	2005	86,46
2	1996	87,44	12	2006	104,69
3	1997	123,70	13	2007	62,91
4	1998	100,82	14	2008	84,98
5	1999	62,97	15	2009	89,30
6	2000	72,18	16	2010	101,77
7	2001	84,39	17	2011	74,93
8	2002	155,75	18	2012	77,32
9	2003	59,37	19	2013	80,00
10	2004	58,00	20	2014	119,16

Tabel 2.
Rekapitulasi Cs dan Ck Analisis Distribusi

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisis Frekuensi		Keterangan
			Cs	Ck	
1	Normal	Cs 0	Cs 1,181	NOT OK	
		Ck 3	Ck 5,148	NOT OK	
2	Log Normal	Cs 0,171	Cs 0,461	NOT OK	
		Ck 3,052	Ck 3,449	NOT OK	
3	Gumbel	Cs 1,14	Cs 1,181	NOT OK	
		Ck 5,40	Ck 5,148	NOT OK	
4	Log-Pearson III	Cs Bebas	Cs 0,461	OK	
		Ck Bebas	Ck 3,449	OK	

banjir pada saluran *drainase* perumahan Mulyosari karena kapasitas eksisting yang tidak sesuai dengan debit yang terjadi.

Hal ini dapat diatasi dengan menambah ataupun mengubah dimensi saluran *drainase* serta dengan penambahan fasilitas-fasilitas *drainase* seperti pembangunan kolam tampung, perencanaan ulang saluran, penambahan pintu air untuk mengontrol air yang mengalir, dan juga penambahan pompa.

II. METODOLOGI

A. Diagram Alir Perencanaan

Dalam Gambar 1 adalah diagram alir dalam pengerjaan studi ini.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Curah Hujan

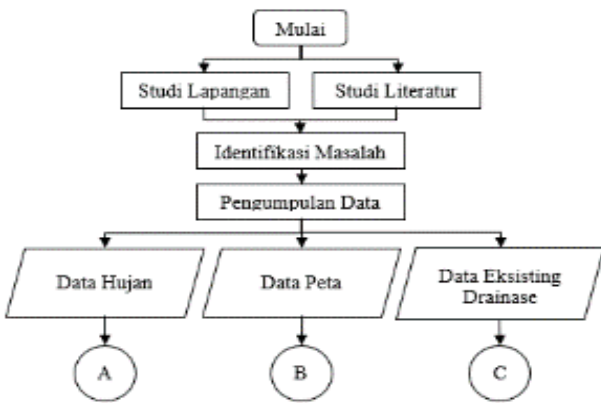
1) Data Curah Hujan Maksimum

Di Kota Surabaya, diketahui terdapat 11 stasiun hujan dan yang berpengaruh terhadap lokasi studi adalah stasiun hujan Larangan dan Keputih.

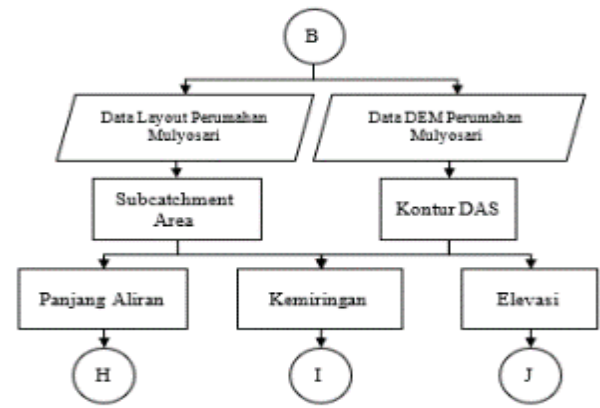
Dengan menggunakan *Poligon Thiessen*, dapat dihitung curah hujan maksimum selama 20 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 1.

2) Analisis Distribusi Frekuensi dan Uji Kesesuaian

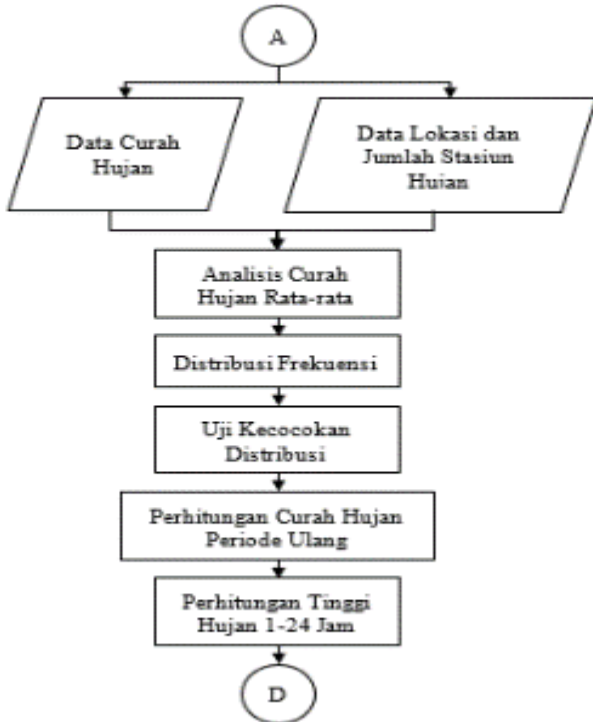
Analisis yang dilakukan yaitu distribusi frekuensi periode



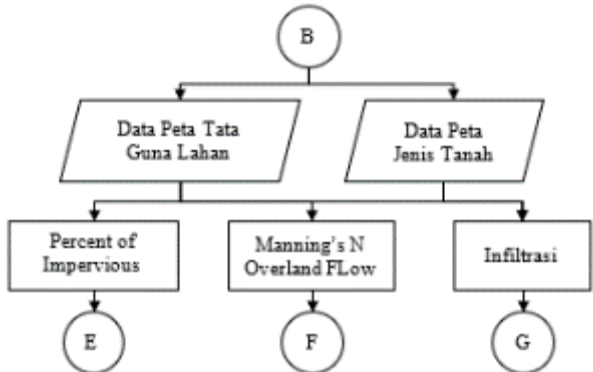
Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan (a).



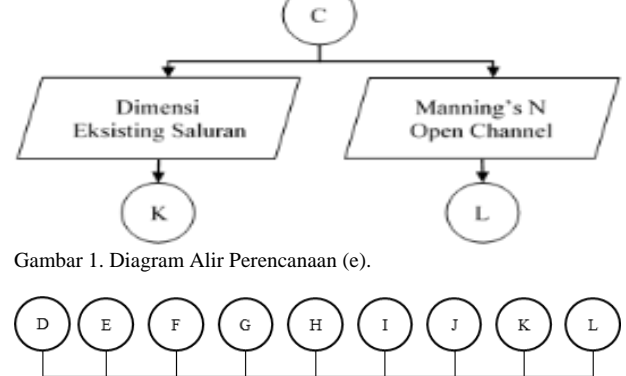
Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan (d).



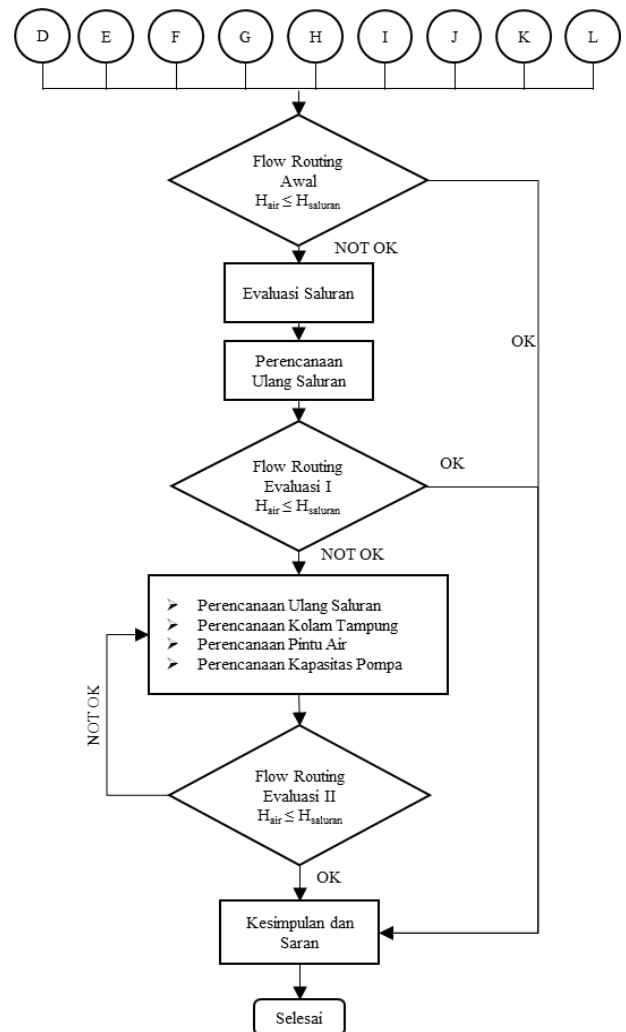
Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan (b).



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan (c).



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan (e).



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan (f).

ulang 10 tahun dengan menggunakan metode Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log-Pearson Type III. Rekapitulasi nilai Cs dan Ck untuk masing-masing metode dapat dilihat pada Tabel 2.

Kemudian dilakukan uji kesesuaian untuk menentukan kecocokan dari distribusi frekuensi untuk menentukan kesesuaian data yang akan digunakan dengan cara pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov pada metode Log-Pearson III. Rekapitulasi untuk uji kesesuaian dapat dilihat pada Tabel 3.

3) Perhitungan Tinggi Hujan 1-24 jam

Pada umumnya, durasi hujan maksimum yang terjadi di Surabaya sebesar 4 jam [1]. Untuk tinggi hujan setiap jam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3.
Rekapitulasi Hasil Uji Kesesuaian

Persamaan Distribusi	Uji Kecocokan					
	Chi Kuadrat	Smirnov	Kolmogorov			
	Xh^2	$< Xh^2cr$	Ket	$Dmax$	$< Do$	Ket
Log Pearson III	4	$< 7,815$	OK	0,107	$< 0,27$	OK

Tabel 4.
Tinggi Hujan Setiap Jam

t (jam)	Rt (mm)	R't (mm)
0	0	0
1	56.067	56.067
2	35.320	14.573
3	26.954	10.223
4	22.250	8.138

B. Storm Water Management Model

1) Rain Gage

Stasiun hujan dalam program bantu SWMM berisikan data presipitasi yang diolah untuk satu atau lebih *subcatchment* dalam perencanaan dengan mendefinisikan parameternya [2].

Pada perencanaan ini format curah hujan didefinisikan dengan volume dengan satuan mm, dengan sumber data hujan stasiun menggunakan *Time Series* berdasarkan tinggi hujan pada jam ke t (R't) pada Tabel 4.

2) Junction dan Outfall Node

Junction Node merupakan salah satu dari fitur pada program bantu SWMM yang berfungsi untuk menyambungkan saluran, serta dapat berfungsi sebagai penerima aliran *subcatchment* atau disebut outlet.

Outfall Node memiliki fungsi sebagai node titik akhir dari suatu saluran sistem *drainase*.

3) Conduit

Conduit adalah salah satu *tools* yang berfungsi untuk menghubungkan antar *junction* dan membentuk saluran yang membawa limpasan air hujan yang diterima dari *subcatchment* dan akan dibuang ke *outfall* dengan dimensi sesuai dengan saluran eksisting pada perumahan Mulyosari.

4) Subcatchment

Subcatchment merupakan daerah tangkapan air yang pada perencanaan simulasi akan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan daerah tangkapan air ini adalah tata guna lahan, karakteristik tanah, serta topografi lahan [3].

Layout DAS Perumahan Mulyosari telah disesuaikan dengan kontur yang didapat dari data DEM dan outlet dari setiap *subcatchment*. Berdasarkan Badan Pendidikan dan Pelatihan Keuangan, tata guna lahan Kota Surabaya telah diklasifikasikan lahan dengan luasan tertentu berdasarkan fungsinya hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 [4].

Parameter yang diperlukan pada bagian *Subcatchment* ini adalah:

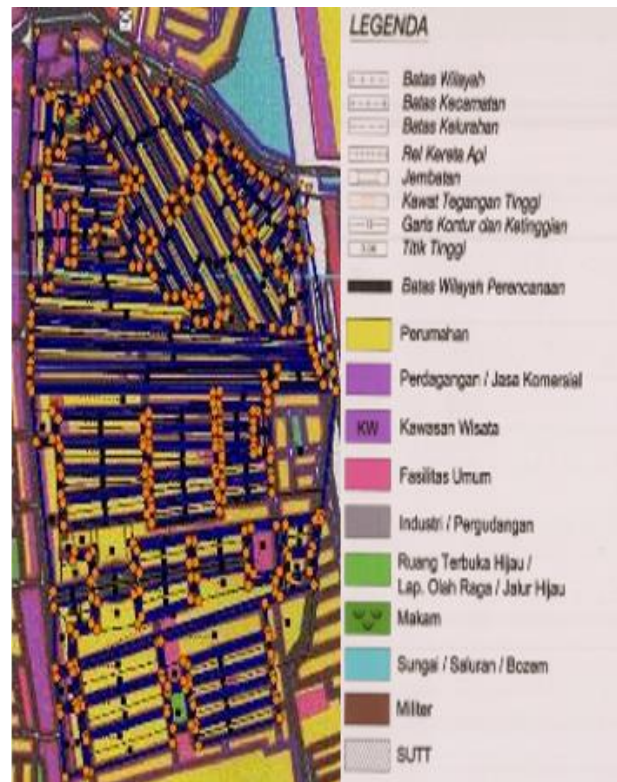
a. Width (W)

Lebar dari *subcatchment*, yaitu tegak lurus terhadap panjang aliran *subcatchment* menuju outlet. Apabila terdapat beberapa *sub-Area* dalam satu *subcatchment*, maka diambil rata-ratanya dengan rumus:

$$W = \frac{\text{luas subcatchment}}{\text{panjang aliran rata - rata}} \quad (1)$$

b. % Slope

Kemiringan dari *subcatchment* dari titik terjauh sampai



Gambar 2. Peta Tata Guna Lahan Perumahan Mulyosari.

outlet. Kemiringan dideskripsikan sebagai jarak vertikal dibagi dengan jarak horizontal. Apabila terdapat beberapa *sub-Area* dalam satu *subcatchment*, maka diambil rata-ratanya dengan rumus:

$$\% Slope = \frac{\Delta H \text{ elevasi panjang aliran rata - rata}}{\text{panjang aliran rata - rata}} \quad (2)$$

c. % Impervious

Merupakan persentase lahan *impervious* dalam sebuah *subcatchment*. Apabila terdapat beberapa *sub-Area* dalam satu *subcatchment*, maka diambil rata-ratanya dengan rumus:

$$\% imperv = \frac{\sum(\%imperv. area \times land use area)}{A \text{ subcatchment}} \quad (3)$$

d. N-Impervious

Menggambarkan kekasaran dari permukaan lahan *impervious* yang menyebabkan limpasan air mengalir lebih lama. Apabila terdapat beberapa *sub-Area* dalam satu *subcatchment*, maka N manning untuk aliran pada lahan *impervious* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$N - Impervious = \frac{\sum(N \times A)}{\sum A} \quad (4)$$

e. N-Pervious

Menggambarkan kekasaran dari permukaan lahan *pervious* yang menyebabkan limpasan air mengalir lebih lama. Apabila terdapat beberapa *sub-Area* dalam satu *subcatchment*, maka N manning untuk aliran pada lahan *impervious* dapat dihitung dengan rumus:

$$N - Pervious = \frac{\sum(N \times A)}{\sum A} \quad (5)$$

f. Infiltration Data

Infiltration Data menggunakan metode *curve number* untuk mengestimasi limpasan air dengan mengasumsi total kapasitas infiltrasi tanah dapat diukur berdasarkan angka *curve number* tanah. *Infiltration Data* membutuhkan *drying time* (T_{dry}) dan *curve number*. *Drying Time* (T_{dry}) merupakan

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10^6 ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	6.846	68.456
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	4.438	44.377
Flooding Loss	3.285	32.855
Evaporation Loss	0.000	0.000
Exfiltration Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume ...	1.607	16.072
Final Stored Volume	0.124	1.241
Continuity Error (%)	7.165	

Gambar 3. Hasil Flow Routing Awal.

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10^6 ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	6.794	67.936
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	6.590	65.902
Flooding Loss	1.291	12.906
Evaporation Loss	0.000	0.000
Exfiltration Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume ...	2.112	21.116
Final Stored Volume	0.081	0.806
Continuity Error (%)	10.599	

Gambar 4. Hasil Flow Routing Evaluasi I.

waktu yang dibutuhkan tanah untuk benar-benar kering untuk regenerasi konstan (K_r), dimana T_{dry} dapat diketahui dengan rumus:

$$T_{dry} = \frac{3.125}{\sqrt{Ks}} \quad (6)$$

g. Dstore-Perv

Kedalaman dari depression storage di atas lahan Pervious sama dengan Initial Abstraction (I_a) yaitu:

$$I_a = 0,2 \times \frac{1000}{CN} - 10 \quad (7)$$

5) Flow Routing

a. Flow Routing Awal

Flow routing awal bertujuan untuk mengecek apakah sistem drainase eksisting dapat memenuhi dengan kondisi tinggi curah hujan yang ada. Untuk flow routing pada studi ini menggunakan metode Dynamic Wave Analysis. Hasil yang didapatkan yaitu terjadi banjir sebesar $32.855 \times 10^6 \text{ m}^3$ seperti pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil tersebut, perlu dilakukan evaluasi pada sistem drainase perumahan Mulyosari dan kemudian dilakukan Flow Routing lagi.

b. Flow Routing Evaluasi I

Flow routing evaluasi I bertujuan untuk mengecek apakah saluran drainase yang telah direncanakan ulang dapat memenuhi dengan kondisi tinggi curah hujan yang ada. Untuk flow routing pada studi ini menggunakan metode Dynamic Wave Analysis dan perencanaan ulang saluran drainase menggunakan metode Trial and Error. Hasil yang didapatkan yaitu masih terjadi banjir sebesar $12.906 \times 10^6 \text{ m}^3$ seperti pada Gambar 4.

c. Flow Routing Evaluasi II

Flow routing evaluasi II bertujuan untuk mengecek apakah saluran drainase yang telah direncanakan ulang dan fasilitas drainase yang telah direncanakan dapat memenuhi kondisi tinggi curah hujan yang ada.

Fasilitas drainase yang direncanakan adalah Kolam Tampung sebesar 25 m x 20 m x 2,5 m pada hilir sistem drainase perumahan Mulyosari, dengan debit masuk pada Kolam Tampung sebesar $2,66 \text{ m}^3/\text{dtk}$ pompa air sebanyak 4 unit berkapasitas $0,65 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Untuk flow routing pada studi ini menggunakan metode Dynamic Wave Analysis dan

perencanaan ulang saluran drainase menggunakan metode Trial and Error. Hasil yang didapatkan yaitu tidak terjadi banjir yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan hasil analisis flow routing dengan metode Dynamic Wave didapatkan bahwa pada jam ke 2 saat simulasi dimulai atau 1 jam setelah hujan turun dengan tinggi hujan (precipitation) sebesar 14,57 mm, debit limpasan air hujan (runoff) tertinggi sebesar $12,04 \text{ m}^3/\text{dtk}$ untuk seluruh sistem drainase perumahan Mulyosari.

C. Perencanaan Pintu Air

Backwater disebabkan oleh elevasi muka air dari pembuangan akhir lebih tinggi dari elevasi saluran saat terjadi pasang air laut. Oleh karena itu perlu direncanakan pintu air dengan dimensi yang sesuai sehingga dapat mencegah terjadinya backwater tersebut.

Dalam menentukan dimensi pintu dibutuhkan data debit yang akan melewati pintu tersebut. Total Inflow terbesar pada Storage Unit Rencana digunakan sebagai debit rencana yang akan melewati pintu.

- Q Rencana = $2,66 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- b saluran = 2,2 m
- h saluran = 2,5 m

Karena b saluran terlalu lebar, sehingga perlu adanya pilar di antara pintu.

- n pilar = 1 buah
- Lebar pilar = 0,5 m
- b pintu = $\frac{b \text{ Saluran} - \text{Lebar pilar}}{n \text{ Pilar} + 1} = \frac{2,2 - 0,5 \times 1}{1 + 1} = 0,85 \text{ m}$
- n pintu = $\frac{b \text{ Saluran} - (n \times \text{Lebar Pilar})}{n \text{ Pintu}} = \frac{2,2 - (1 \times 0,5)}{0,85} = 2$

a (tinggi bukaan pintu)

$$a = \frac{Q}{\mu b \sqrt{2gz}} = \frac{2,67}{0,8 \times 0,85 \times \sqrt{2 \times 9,806 \times 0,5}} = 0,65 \text{ m}$$

- h pintu = a + 0,1 = 0,75 m

1) Dimensi Pintu Air

Pintu air yang digunakan direncanakan menggunakan pintu air dari pelat baja. Untuk mendapatkan tebal pintu air menggunakan rumus gaya hidrostatik akibat air dan menghitung Momen maksimum pada daun pintu.

- γ air = $1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ t/m}^3$
- h air (h_a) = 1,1 m

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10 ⁶ ltr
*****	-----	-----
Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	6.793	67.935
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	7.902	79.024
Flooding Loss	0.000	0.000
Evaporation Loss	0.000	0.000
Exfiltration Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume	2.191	21.908
Final Stored Volume	0.155	1.554
Continuity Error (%)	10.312	

Gambar 5. Hasil Flow Routing Evaluasi II.

- h pintu (h_p) = 0,75 m
 - b pintu (b_p) = 0,85 m
 - $H1 = h \text{ air} - h \text{ pintu} = 1,10 - 0,75 = 0,35 \text{ m}$
- 2) Perhitungan gaya hidrostatis akibat air
- $\gamma \text{ air} = 1 \text{ t/m}^3$
 - $P1 = \gamma \text{ air} \times h \text{ air} = 1 \times 1,10 = 1,10 \text{ t/m}^2$
 - $P2 = \gamma \text{ air} \times H1 = 1 \times 0,35 = 0,35 \text{ t/m}^2$
 - Gaya yang bekerja = $F = \frac{P1+P2}{2} \times h_p = \frac{1,1+0,35}{2} \times 0,75 = 0,544 \text{ t/m}$
- 3) Perhitungan gaya akibat endapan
- $e = \gamma_e \times h_p = 1,6 \text{ t/m} \times 0,75 \text{ m} = 1,2 \text{ t/m}^2$
 - $Fe = 0,5 \times e \times h_p = 0,5 \times 1,2 \times 0,75 = 0,45 \text{ t/m}$
- 4) Perhitungan Mmax pada daun pintu
- $q = F + Fe = 0,544 + 0,45 = 0,994 \text{ t/m}$
 - $M_{max} = \frac{1}{8} \times q \times b_p^2 \times 1000 \times 100 = \frac{1}{8} \times 0,994 \times 0,85^2 \times 1000 \times 100 = 8977,063 \text{ kg.cm}$
- 5) Perhitungan tebal daun pintu
- $$\sigma = \frac{M_{max}}{w}$$
- $$w \geq \frac{M_{max}}{\sigma} \rightarrow w \geq \frac{8977,063 \text{ kg.cm}}{1600}$$
- $$w \geq 5,611 \text{ cm}^3$$
- $\sigma = \text{tegangan ijin baja (1600 kg/cm}^2\text{)}$
- $$t = \sqrt{\frac{6 \times w}{b}} = \sqrt{\frac{6 \times 5,611}{0,85 \times 100}} = 0,63 \text{ cm. Gunakan } t = 1 \text{ cm.}$$
- 6) Perhitungan Stang Pintu
- h pintu = 0,75 m
 - b pintu = 0,85 m
 - t pintu = 0,01 m
 - w pintu = $0,75 \times 0,85 \times 0,01 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 50,044 \text{ kg}$
 - w tambahan = $25\% \times w \text{ pintu} = 12,511 \text{ kg}$
 - w total = $50,044 + 12,511 = 62,555 \text{ kg}$
- a. Saat Pintu Dinaikkan
- Gaya Gesek = $0,4 \times q \times b_p \times 1000 = 0,4 \times 0,994 \times 0,85 \times 1000$

- $= 337,96 \text{ kg}$
 - $= w \text{ total} + \text{Gaya Gesek} = 62,555 + 337,96 = 400,515 \text{ kg.}$
 - $\text{Str} = 400,515 \text{ kg.}$
 - $\text{Diameter setang naik} = \text{Str} = F \times \sigma_{tr} = \frac{\text{Str}}{\sigma_{tr}} = \frac{400,515 \text{ kg}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = \sqrt{\frac{4 \times 400,515}{\pi \times 1600}} = 0,565 \text{ cm} \approx 0,6 \text{ cm}$
- b. Saat Pintu Diturunkan
- $\text{Gaya Tekuk (Pk)} = W \text{ Total} + \text{Gaya Gesek} = 62,555 (\downarrow) + (- 337,96) = 275,405 \text{ kg} (\uparrow)$
 - $\text{Panjang Stang (L)} = h \text{ saluran} - h \text{ pintu} + 1 = 2,5 - 0,75 + 1 = 2,75 \text{ m}$
 - $\text{Panjang Tekuk (Lk)} = \frac{1}{2} \sqrt{2} \times L = \frac{1}{2} \sqrt{2} \times 275 = 194,454 \text{ cm}$
 - $\text{Pk} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{Lk^2} = \frac{\text{Pk} \times Lk^2}{\pi^2 \times E} = \frac{275,405 \times 194,454^2}{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6} = 0,502 \text{ kg.cm}^2$
 - $\text{Diameter stang turun} = \frac{1}{64} \times \pi \times D^4 = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{0,502 \times 64}{\pi}} = 1,79 \text{ cm} \approx 2,0 \text{ cm}$
- c. Diameter Stang Pakai
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi Dan Rawa [5] menjelaskan diameter stang minimum = 5,0 cm. Maka digunakan diameter stang = 5,0 cm.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Mulyosari, Surabaya Timur berdasarkan hasil Flow Routing Evaluasi II dengan hasil sebagai berikut: (1) Dengan tinggi hujan periode ulang 10 tahun sebesar 120,328 mm, didapatkan debit banjir atau debit limpasan air hujan maksimum pada sistem drainase Perumahan Mulyosari keseluruhan sebesar 12,04 m³/dtk yaitu pada jam ke-2 setelah simulasi menggunakan program bantu SWMM dimulai atau 1 jam setelah hujan berlangsung; (2) Pada studi ini direncanakan kolam tampung dan pompa serta pintu dengan penjelasan sebagai berikut: (a) Kolam Tampung 1 pada hilir sebelum outfall Z1 memiliki luas penampang sebesar 500 m² dengan kedalaman 2,5 m. Debit yang masuk ke dalam Kolam Tampung adalah sebesar 2,66 m³/dtk, direncanakan pompa yang digunakan sejumlah 4 unit dengan masing-masing berkapasitas 0,65 m³/dtk, menghasilkan sisa tampungan sebesar 864 m³ pada menit ke 314,697 dengan tinggi muka air 1,728 m pada kolam tampung. Hal tersebut terjadi karena

keterbatasan lahan yang tersedia untuk kolam tampung; (b) Pintu air memiliki jumlah 2 dengan pilar selebar 0,5 m di antaranya. Dimensi dari masing-masing pintu air tersebut yaitu lebar 0,85 m; tinggi daun pintu 0,75 m; tebal 0,01 m; dan diameter stang 5,00 cm; (3) Pengoperasian pompa berdasarkan elevasi muka air saluran yaitu mengeluarkan debit $2,6 \text{ m}^3/\text{dtk}$ pada elevasi 0,5 – 2,5 m. Sedangkan pengoperasian pompa berdasarkan waktu yaitu pada menit ke-30 dinyalakan 1 pompa, kemudian pada menit 40-50 dinyalakan 2 pompa, lalu pada menit 60-90 dinyalakan 3 pompa, dan pada menit 100-250 dinyalakan 4 pompa. Selanjutnya pada menit 260 satu pompa dimatikan, pada menit 290 dua pompa dimatikan, dan pada menit 310 keempat pompa dimatikan.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam studi ini berdasarkan analisis perhitungan sistem drainase Perumahan Mulyosari yaitu kehilangan energi akibat evaporasi lebih baik diperhitungkan karena Kota Surabaya memiliki temperatur suhu yang relatif tinggi, diperlukan data elevasi Perumahan

Mulyosari yang terbaru dan tepat agar dalam perencanaan kemiringan sesuai dengan yang dibutuhkan di lapangan, diperlukan perencanaan pengoperasian pompa yang optimal agar menghemat biaya di lapangan, serta diperlukan penghitungan pasang surut air laut yang tepat untuk menghitung ketinggian pintu air yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. G. Pitaloka and U. Lasminto, "Perencanaan sistem drainase Kebon Agung Kota Surabaya, Jawa Timur," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. C1-C6, 2017.
- [2] L. A. Rossman, T. Schade, D. Sullivan, and et.al, *Storm Water Management Model User's Manual, Version 5.0*. Cincinnati Ohio: National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, 2010.
- [3] L. Rossman and W. Huber, "Storm water management model reference manual volume I, hydrology. US EPA Office of Research and Development, Washington, DC," 2015.
- [4] B. P. P. K. Surabaya, "Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2010-2030 (Peta Letak/Lokasi Perencanaan)," *Surabaya: BAPPEKO Surabaya*, 2010.
- [5] D. P. Umum, "Standar Perencanaan Irigasi," *DPU, Jakarta*, 1986.