

## Pemanfaatan Kolam Tampung Sebagai Upaya Mitigasi Banjir Kawasan Pada Sub Sistem Medokan Ayu Kota Surabaya

Muhammad Hafiizh Imaaduddin<sup>1\*</sup>, Kuntjoro<sup>1</sup>, Ismail Sa'ud<sup>1</sup>, Didik Harijanto<sup>1</sup>, Dwi Indriyani<sup>1</sup>

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya<sup>1</sup>

Koresponden\*, Email: [m\\_hafiizh@ce.its.ac.id](mailto:m_hafiizh@ce.its.ac.id)

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	11 Maret 2022	<i>Medokan Ayu is one of the drainage sub system based on Surabaya Drainage Master Plan 2018-2038, that located in Rayon Jambangan. Moreover, this drainage sub system has to deal with inundation caused by inadequate drainage capacity that couldn't accommodate the flood 2 years return period. From the 134 channels observed, 27 channels are overflowed, and 20 channels of them are located in residential areas which caused obstructs for the local citizen mobilities. For the flood 10 years return period, overflow occur in upstream and the middle of main channel due to the channel's slope that tends to be flat. Since it's not possible to change the base elevation upstream or downstream, a reservoir was created as a solution by utilizing the government's inventory area located near downstream of the channel which operated with pumps. So, with this flood control system, Medokan Ayu area can be free from inundation.</i>
Diperbaiki	26 April 2022	
Disetujui	23 Mei 2022	

*Keywords: medokan ayu, flood, drainage, reservoir, pond*

**Abstrak**  
Kawasan Medokan Ayu merupakan salah satu sub sistem dalam *Surabaya Drainage Master Plan 2018-2038* yang terletak pada Rayon Jambangan dan dilaporkan masih terjadi genangan. Genangan ini terjadi akibat luberan pada saluran drainase di kawasan tersebut yang disebabkan oleh penampang yang tidak mampu menampung debit banjir 2 tahun. Dari 134 saluran yang diamati, 27 saluran mengalami luberan, dan 20 dari 27 saluran ini merupakan kawasan permukiman sehingga genangan yang terjadi tentu menghambat aktivitas warga. Untuk debit periode 10 tahun, terjadi luapan di hulu dan tengah saluran utama akibat kemiringan dasar saluran yang terlalu landai. Karena tidak memungkinkan untuk mengubah elevasi dasar hulu maupun hilir, maka dibuatlah alternatif kolam tampungan dengan memanfaatkan lahan inventaris milik pemkot yang terletak di dekat hilir saluran. Kolam ini akan dioperasikan menggunakan pompa untuk mengalirkan kembali air dari tampungan ke hilir saluran. Sehingga, dengan sistem pengendalian banjir tersebut diharapkan kawasan Medokan Ayu dapat terbebas dari genangan.

Kata kunci: medokan ayu, banjir, drainase, reservoir, kolam tampungan

### 1. Pendahuluan

Kawasan Medokan Ayu merupakan salah satu sub sistem dalam *Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) 2018-2038* yang terletak pada Rayon Jambangan [1], karenanya disebut pula dengan Sistem Jaringan Drainase Tersier (SJDT) Sub Sistem Medokan Ayu. Kawasan ini terletak di wilayah timur kota Surabaya yang berbatasan langsung dengan Kawasan Mangrove di sisi timur, Sistem Drainase Kebon Agung di sebelah barat dan selatan, serta Sistem Jaringan Sungai Wonorejo di sebelah utaranya. Dengan luasan wilayah mencapai  $\pm 570$  Ha dan didominasi oleh pemukiman padat penduduk, kawasan ini dilaporkan masih terjadi genangan khususnya di wilayah bagian selatan yakni perumahan Putra Bangsa dan Medokan Asri Tengah [2].

Menurut laporan dari masyarakat setempat di wilayah tersebut, disampaikan bahwasannya genangan di kawasan ini timbul karena antrian aliran masuk menuju sungai utama. Hal ini terjadi dikarenakan dimensi penampang saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit banjir akibat curah

hujan yang tinggi. Selain itu, kemiringan dasar saluran primer dan sekunder yang terlalu landai juga menyebabkan kecepatan aliran menjadi lambat sehingga terjadilah antrian aliran yang menimbulkan genangan.

Dimensi penampang serta kemiringan dasar saluran merupakan faktor fisiografi, pengaruh sebagian dari beberapa penyebab terjadinya banjir pada kawasan tersebut. Penyebab lain seperti perubahan tata guna lahan dari lahan kosong menjadi pemukiman padat yang mengakibatkan debit puncak naik karena sedikitnya air yang meresap kedalam tanah dan mengakibatkan aliran permukaan (*run off*) menjadi lebih besar [3]. Aliran permukaan yang besar ini menyebabkan kecepatan air menjadi destruktif sehingga terjadi longsor dan sedimentasi [4]. Sedimentasi pada saluran akan mengurangi luasan penampang sehingga kapasitas saluran berkurang dan berpotensi menimbulkan genangan [5], seperti yang diilustrasikan pada **Gambar 1**.

Permasalahan sumber daya air juga tidak terlepas dari faktor sosial [6]. Selain berakibat pada perubahan kapasitas

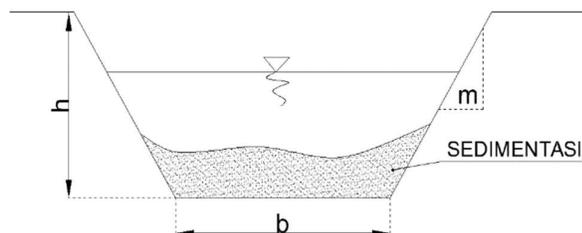
resapan tanah, perubahan tata guna lahan menjadi permukiman padat juga menimbulkan permasalahan sosial-lingkungan seperti banyaknya limbah domestik di sepanjang saluran. Selain itu, faktor lain seperti *climate change* dan *global warming* yang mengakibatkan perubahan intensitas hujan secara signifikan di 5 tahun terakhir [7] ini juga berkontribusi pada terjadinya genangan saat hujan turun.

Faktor penyebab terjadinya banjir memang cukup kompleks karena menyangkut berbagai sektor mulai kondisi topografi lahan hingga sosial kemasyarakatan. Dalam artikel ini, batasan permasalahan berfokus pada sistem pengendalian banjir yang tidak tepat dikarenakan dimensi penampang saluran yang kurang memadai serta kemiringan dasar saluran yang terlalu landai.

Terbentang sepanjang 6,88 km, bagian hulu saluran utama Medokan Ayu terletak di jalan Rungkut Asri sedangkan hilirnya bermuara pada Kawasan Wisata Mangrove di bagian paling timur Kota Surabaya yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Karenanya, tidak memungkinkan untuk mengubah elevasi di hilir supaya kemiringan dasar saluran tidak terlalu landai. Pun sebaliknya, meninggikan elevasi di hulu juga tidak dapat dilakukan karena akan membuat aliran dari *catchment area* tidak dapat mengalir secara gravitasi menuju saluran yang justru dapat menimbulkan genangan baru.

Hilir saluran Medokan Ayu yang bermuara dengan Laut Jawa juga menimbulkan permasalahan lain apabila terjadi pasang surut air laut. Saat pasang, akan terjadi peningkatan elevasi muka air laut yang dapat menimbulkan efek arus balik/*back water* pada saluran [8]. *Back water* ini semakin mengakibatkan terjadinya luapan di daerah sekitar muara saluran.

Maka dari itu, pada penelitian ini akan dibahas mengenai solusi untuk menanggulangi genangan di wilayah Medokan Ayu dengan pembuatan kolam retensi yang dioperasikan oleh pompa untuk menampung serta mengatur debit aliran pada saluran kawasan tersebut.



**Gambar 1.** Ilustrasi luasan penampang saluran yang berkurang akibat sedimentasi.

## 2. Metode

Untuk merealisasikan perencanaan kolam retensi serta perhitungan pompanya, diperlukan data-data untuk digunakan dalam analisis perhitungan dan perencanaan. Berikut tahapan-tahapannya:

- a. Survey dan Pengintegrasian data.
  - Survey topografi, dilakukan untuk mengetahui elevasi kontur dari kondisi saluran utama di Medokan Ayu. Survey dilakukan dengan GPS Geodetik dan *Drone* untuk visualisasi kondisi saluran secara *real time*. Hasil pengukuran ini berupa koordinat serta titik elevasi pada setiap STA saluran yang diukur, yang disajikan dalam bentuk gambar potongan memanjang dan melintang saluran sehingga akan nampak bentuk penampang, dimensi serta elevasinya.
  - Survey saluran drainase untuk mengetahui kondisi eksisting saluran seperti dimensi saluran, panjang saluran, sedimentasi (bila ada), jenis konstruksi, dll. Data ini kemudian akan digunakan dalam analisa dan perhitungan kapasitas debit dari penampang eksisting nantinya.
  - Pengintegrasian seluruh data survey menggunakan GIS. Selain membantu dalam proses analisis dan perencanaan, nantinya dokumen ini dapat disimpan sebagai arsip untuk kebutuhan pengembangan sistem drainase kawasan Medokan Ayu kedepan.
- b. Analisis Hidrologi
  - Menghitung curah hujan rencana. Untuk perhitungan ini, diperlukan data curah hujan maksimum dari Pos Stasiun Hujan (PSH) yang berpengaruh pada kawasan Medokan Ayu. Dari peta Polygon Thiessen pada stasiun hujan di Surabaya [9], didapat 2 PSH yang berpengaruh yakni pos hujan Keputih dan pos hujan Wonorejo. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan distribusi curah hujan rencana dari kedua PSH dengan menggunakan metode Gumbel (persamaan 1), metode Normal (persamaan 2), dan Log Person Type III (persamaan 3-6). Masing-masing metode dilakukan uji distribusi secara statistik dengan metode *Chi Square* (persamaan 7) dan Smirnov Kolmogorof (persamaan 8) untuk menguji kesesuaian data hasil distribusi dari perhitungan curah hujan rencana. Rumus perhitungan dapat dilihat pada persamaan 1-8 [10]:
 
$$Y = a(X - X_0) \quad (1)$$
 dengan  $a = \frac{1,283}{\sigma}$  dan  $X_0 = \mu - 0,455\sigma$ 

$$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (2)$$
 dimana  $d_n$  : Curah hujan pada satu stasiun  
 $n$  : Jumlah pos stasiun hujan
 
$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (3)$$

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

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} \quad (5)$$

$$\log X_T = \log \bar{X} + G \cdot S \quad (6)$$

$$X_h^2 = \sum_h^2 \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (7)$$

$$\Delta_{max} = |P_{(T)} - P_{(E)}| \quad (8)$$

dimana:

$$a = \frac{1,283}{\sigma} \text{ dan } X_0 = \mu - 0,455\sigma$$

$d_n$ : Curah hujan pada satu stasiun

$n$ : Jumlah pos stasiun hujan

$\log X_i$ : nilai logaritma rata-rata hujan

$\log \bar{X}$ : rata-rata nilai logaritma hujan

$S$ : Simpangan baku (standar deviasi)

$Cs$ : Koefisien kepeccengan

$n$ : Jumlah data

$G$ : Variabel yang besarnya bergantung pada harga koefisien kepeccengan dan harga kala ulang nya

$\log X_T$ : Nilai logaritma dari curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu

$X_h^2$ : parameter chi-Square terhitung

$G$ : jumlah sub kelompok

$O_i$ : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke- $i$

$E_i$ : jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke- $i$

$\Delta_{max}$ : selisih maksimum antara peluang teoritis dan peluang empiris

$P_{(T)}$ : peluang teoritis

$P_{(E)}$ : peluang empiris

- Penentuan nilai koefisien penggunaan lahan (C) pada tiap ruas di kawasan yang dikelompokkan. Pengelompokan lahan menyesuaikan dengan perwali no. 52 tahun 2017 [9]. Dengan memperhatikan data luas area dan tata guna lahan dari survey topografi, maka dapat dilakukan perhitungan nilai koefisien C gabungan. Nilai C ini ditampilkan pada **Tabel 1**.
- Menghitung nilai intensitas hujan (I) dengan nilai  $R_{periode\ ulang}$  dari hasil perhitungan curah hujan rencana, rumus pada persamaan (9). Waktu puncak ( $T_c$ ) merupakan waktu total yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir melalui permukaan tanah ke saluran terdekat ( $T_0$ ) hingga sampai ke titik outlet pengamatan ( $T_r$ ), dihitung menggunakan rumus persamaan 10-12.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[ \frac{24}{T_c} \right]^2 \quad (9)$$

$$T_c = T_0 + T_f \quad (10)$$

$$T_0 = \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L \cdot \frac{n}{\sqrt{S}} \quad (11)$$

$$T_f = \frac{L_s}{60 \cdot V} \quad (12)$$

dimana:

$L$ : Panjang pengaliran diatas permukaan lahan (m)

$N$ : Angka kekasaran manning, menyesuaikan

material dari dinding saluran

$S$ : Kemiringan lahan

$L_s$ : Panjang pengaliran di dalam saluran/sungai(m)

$V$ : Kecepatan aliran (meter/detik)

- Menghitung debit banjir rencana dengan cara rasional pada masing-masing saluran. Debit banjir rancangan merupakan gabungan dari debit air hujan dan debit air kotor dari pemukiman yang dihitung menggunakan persamaan 13. Perhitungan debit air hujan dapat dilakukan dengan metode rasional sesuai pada persamaan 14.

$$Q_{rancangan} = 1,1 \times (Q_1 + Q_2) \quad (13)$$

$$Q_1 = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (14)$$

$$Q_2 = 150 \times 70\% \times Jml\ penduduk \times A \quad (15)$$

dimana:

$Q_1$ : Debit air hujan

$Q_2$ : Debit air kotor

$A$ : Luas wilayah (m<sup>2</sup>)

#### c. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika saluran pada perencanaan drainase ini meliputi besar kapasitas saluran drainase dihitung berdasarkan kondisi *steady flow* menggunakan rumus Manning pada persamaan 16.

$$Q = V \cdot A \quad (16)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

dimana:

$Q$ : Debit air (m<sup>3</sup>/detik)

$V$ : Kecepatan aliran (m/detik)

$A$ : Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

$n$ : Koefisien kekasaran Manning

$R$ : Jari-jari hidrolis

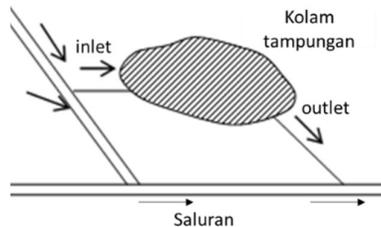
$S$ : Kemiringan dasar saluran

#### d. Perencanaan Kolam Retensi

Ada kalanya perlu dipertimbangkan menampung sementara air dalam kolam retensi / *boezem* sampai muka air pembuangan di akhir turun atau surut [11]. Kolam retensi dapat berupa cekungan yang memanfaatkan daerah dengan elevasi lebih rendah dari saluran dan lingkungan sekitarnya. Atau, dapat juga dibuat kolam buatan yang didesain khusus untuk menampung sementara aliran dari saluran-saluran drainase.

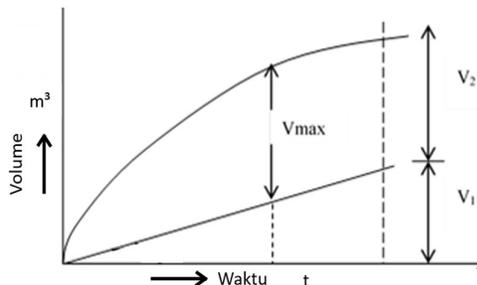
Prinsip hidrolik kerja kolam retensi meliputi hubungan antara *inflow* (aliran masuk menuju kolam), *outflow* (aliran keluar tampungan), dan *storage* (volume kapasitas tampungan kolam).

Ilustrasi yang digambarkan pada **Gambar 2** menjelaskan bahwa air dari dalam kolam dapat dialirkan ke hilir saluran secara bertahap mengikuti penurunan elevasi muka air supaya tidak terjadi luberan dan genangan. Hubungan volume dan waktu pada kondisi kolam retensi yang alirannya bekerja secara gravitasi karena adanya perbedaan elevasi yang signifikan antara *inlet* dasar saluran menuju kolam dengan elevasi dasar kolam retensi, sehingga air dapat mengalir langsung menuju kolam retensi. Pun juga di bagian *outlet* kolam, elevasi dasar saluran di outlet harus lebih rendah dari elevasi dasar kolam dengan perbedaan ketinggian yang signifikan, sehingga air dapat mengalir dengan sendirinya menuju ke elevasi yang lebih rendah.



**Gambar 2.** Ilustrasi penggunaan kolam retensi pada saluran yang mengalami luberan dan genangan [1].

Tidak semua saluran dan kolam retensi dapat bekerja secara gravitasi. Terkadang perbedaan elevasi antara *inlet* dasar saluran dengan elevasi dasar kolam terlalu kecil atau sebaliknya, elevasi dasar kolam lebih rendah dari elevasi dasar saluran *outlet* sehingga air yang tertampung pada kolam tidak dapat dialirkan kembali ke hilir saluran sehingga perlu pompa untuk menarik aliran dari kolam menuju saluran. Pada kondisi seperti ini, maka diperlukan pemasangan pompa baik pada *inlet* maupun *outlet* kolam tampungan, menyesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Grafik hubungan volume dan waktu kolam retensi menggunakan pompa ditampilkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Grafik hubungan volume dan waktu kolam tampungan dengan pompa.  $V_1$  merupakan volume yang dibuang dengan bantuan pompa (debit konstan) dan  $V_2$  merupakan volume akhir kolam tampungan [1].

**Tabel 1.** Nilai koefisien penggunaan lahan sesuai perwali no.52 tahun 2017

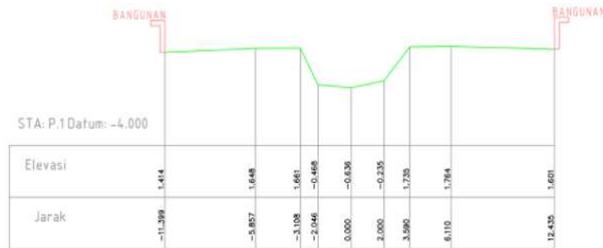
No	Kegiatan	Ke lom pok	Fungsi lahan menurut SNI 2415-2016	Nilai C
1	Rumah Tinggal			
2	Rumah Usaha	1	Daerah Permukiman, Banyak Rumah, Rapat	0,65
3	Balai RW			
4	Home Industry			
5	Toko Rumah Susun			
6	Tempat Ibadah	2	Daerah Perdagangan Sekitar Kita	0,60
7	Sekolahan			
8	Klinik Kecantikan			
9	Workshop			
10	Tempat Makan dan Minum			
11	Komplek Tempat Usaha			
12	Kantor Pemerintahan	3	Daerah Perdagangan, Kota	0,75
13	Ruko			
14	Kantor			
15	Tempat Olahraga			
16	Tempat Hiburan (Bar/Karaoke)			
17	Komplek Ruko			
18	Restoran			
19	Gedung Parkir			
20	Tempat Usaha MICE			
21	Gudang	4	Daerah Industri, Ringan	0,70
22	Komplek Pr gudangan			
23	Industri	5	Daerah Industri, Padat	0,75
24	Komplek Industri			
25	Lahan Parkir dengan bahan Aspal	6	Jalan Aspal dan Paving	0,85
26	Lahan Parkir dengan bahan Paving			
27	Apartemen	7	Apartemen	0,70
28	SOHO		Pusat	
29	Mall	8	Perbelanjaan dan Perkantoran	0,90
30	Central Super Blok			
31	Taman Kota			
32	Hutan		Halaman berumput Tanah	
33	Lapangan Terbuka	9	Pasir Padat, Kemiringan rata-rata	0,20
34	Taman Lingkungan			
35	Tambah / Kolam Pancing			
36	Makam	10	Tanah Kuburan	0,15

**3. Hasil dan Pembahasan**

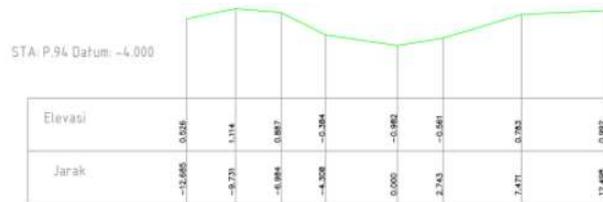
a. Hasil Survey

**Gambar 4** dan **Gambar 5** menampilkan hasil survei topografi yang dilakukan untuk mendapatkan data elevasi saluran eksisting. Dari hasil pengukuran, perbedaan ketinggian antara hulu dan hilir tidak begitu signifikan hanya 0,826 meter, sedangkan panjang saluran utama mencapai 6,88 km. Hal ini membuktikan bahwa kemiringan dasar saluran sangat landai, dengan kemiringan 0,00012.

Untuk survei saluran drainase, terdapat 95 saluran yang disurvei kondisinya. Data yang dikumpulkan yakni alamat dan koordinat dari masing-masing ujung dan pangkal tiap saluran, panjang total saluran, dimensi (lebar dan kedalaman rata-rata), jenis konstruksi yang digunakan serta foto kondisi saluran.



**Gambar 4.** Potongan melintang di hulu saluran utama Medokan Ayu.



**Gambar 5.** Potongan melintang di hilir saluran utama Medokan Ayu.

b. Hasil Perhitungan Hidrologi

Data curah hujan diambil dari Pos Stasiun Hujan terdekat dengan Kawasan Medokan Ayu, yakni Pos Hujan Keputih dan Wonorejo. Dari perhitungan distribusi curah hujan rencana dengan metode Normal, Gumbell dan Log Pearson Type III, dilakukan uji distribusi secara statistik untuk validasi hasil perhitungan distribusi. Hasil perhitungan ditampilkan pada **Tabel 2**. Diperoleh bahwa dari ketiga metode distribusi, hanya metode Gumbell saja yang lolos kedua uji distribusi baik *Chi Square* maupun Smirnov Kolmogorov, karenanya untuk tahap perhitungan hidrologi berikutnya digunakan hasil distribusi metode Gumbell.

Dari rekapitulasi analisis perhitungan curah hujan rencana, tampak hanya metode Gumbell yang lolos uji distribusi. Sehingga, dalam proses perhitungan selanjutnya akan

digunakan nilai  $R_2$ ,  $R_5$ , dan  $R_{10}$  dari metode tersebut sebagai batasan curah hujan  $R_{24}$ .

**Tabel 2.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hujan Rancangan

Hujan Rancangan (mm)				
No.	Periode Ulang (tahun)	Metode Normal	Metode Gumbell	Metode Log Person Type III
1	1000	163,11	231,53	184,76
2	200	151,04	195,95	165,34
3	100	145,18	180,59	156,41
4	50	138,79	165,18	147,03
5	25	131,67	149,64	137,05
6	10	120,66	128,71	122,53
7	5	110,33	112,14	109,92
8	2	90,58	87,11	88,45

**Uji Chi Square**

Chi - Square hitung	1,000	1,500	5,333
Chi - Square kritis	10,597	10,597	10,597
Hipotesa	Diterima	Diterima	Diterima

**Uji Smirnov Kolmogorov**

D - Hitung	0,93	0,05	0,93
D - Max	0,29	0,29	0,29
Hipotesa	Tidak Diterima	Diterima	Tidak Diterima

Setelah didapat hasil perhitungan hujan rancangan, dihitung nilai debit banjir akibat hujan rancangan yakni  $Q_2$ ,  $Q_5$ , dan  $Q_{10}$  menggunakan rumus pada persamaan (13). Dari debit hidrologi tersebut kemudian dibandingkan hasilnya dengan debit hidrolika penampang saluran eksisting menggunakan persamaan (16). Saluran akan meluber dan terjadi genangan apabila pada  $Q$  hidrolika saluran eksisting lebih kecil dari  $Q$  hidrologi hujan rencana. Artinya, kapasitas saluran eksisting tidak mampu menampung debit banjir akibat hujan rancangan. **Tabel 3** menampilkan hasil perhitungan pada seluruh saluran di kawasan Medokan Ayu serta hipotesa kemungkinan terjadinya luberan.

**Tabel 3** menampilkan hasil perhitungan dan analisis debit hidrologi untuk periode ulang 2 dan 5 tahun yang dibandingkan dengan debit hidrolika saluran eksisting pada seluruh saluran di Medokan Ayu. Terlihat, dari 134 saluran yang diamati, terjadi luberan pada 27 saluran dengan rincian 20 saluran meluber pada daerah permukiman, 4 saluran meluber pada saluran sekunder, dan 3 saluran meluber pada saluran Primer/saluran utama. Untuk 20 saluran permukiman yang

meluber ini, dapat dilakukan pelebaran dimensi saluran dengan dimensi 0,8m x 1m sehingga didapat luasan penampang 0,8 m<sup>2</sup>. Perhitungan debit hidrolika saluran setelah penampang diperlebar diberikan pada **Tabel 4**. Sedangkan untuk debit periode ulang 10 tahun, analisis dilakukan dengan software bantu Hec-Ras yang berfokus pada saluran utama Medokan Ayu. Hasil permodelan debit hujan periode ulang 10 tahun menggunakan Hec-Ras ini ditampilkan pada **Gambar 6**.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Debit Hidrolika Saluran dengan Q<sub>2</sub> dan Q<sub>5</sub> hidrologi

No	Salu-ran	Hidrologi		Hidrolika		Lokasi Saluran	
		Q 2th m <sup>3</sup> /s	Q 5th m <sup>3</sup> /s	Q Salu-ran m <sup>3</sup> /s	Cek		
1	T1	0,744	0,958	1,214	Aman	Permukiman	
2	T2	0,481	0,620	0,918	Aman		
3	T3	0,452	0,582	0,264	Meluber		
4	T4	0,263	0,339	3,115	Aman		
5	T6	0,222	0,286	0,376	Aman		
6	T7	0,123	0,158	0,713	Aman		
7	T8	0,330	0,425	2,147	Aman		
8	T9	0,371	0,477	0,957	Aman		
9	T10	0,701	0,902	15,00	Aman		
10	T11	0,241	0,311	10,85	Aman		
11	T12	0,743	0,957	0,989	Aman		
12	T13	0,424	0,545	0,555	Aman		
13	T14	0,264	0,340	5,812	Aman		
14	T16	0,107	0,137	0,177	Aman	Permukiman	
15	T17	0,537	0,691	0,665	Aman		
16	T18	0,164	0,211	0,714	Aman		
17	T19	0,369	0,474	0,831	Aman		
18	T21A	0,723	0,930	2,715	Aman		
19	T21B	0,641	0,825	2,715	Aman		
20	T22	0,492	0,633	1,085	Aman		
21	T23	0,369	0,476	1,043	Aman		
22	T24	1,335	1,718	0,834	Meluber		Sal. Sekunder
23	T25	0,263	0,339	2,062	Aman		Permukiman
24	T26	0,785	1,010	0,724	Meluber		
25	T27	0,828	1,066	1,059	Aman		

No	Salu-ran	Hidrologi		Hidrolika		Lokasi Saluran
		Q 2th m <sup>3</sup> /s	Q 5th m <sup>3</sup> /s	Q Salu-ran m <sup>3</sup> /s	Cek	
26	T28	1,451	1,868	0,481	Meluber	Sal. Sekunder
27	T29	1,693	2,179	1,121	Meluber	
28	T30	0,557	0,718	0,707	Aman	
29	T31	0,500	0,644	0,912	Aman	Permukiman
30	T33	1,428	1,838	0,614	Meluber	Sal. Sekunder
31	T34	0,628	0,808	0,774	Aman	Permukiman
32	T35	0,590	0,760	1,249	Aman	
33	T37	0,133	0,172	1,144	Aman	
34	T39	1,026	1,321	1,139	Aman	
35	T41	0,221	0,285	0,151	Meluber	
36	T42	0,275	0,355	4,625	Aman	
37	T43	0,591	0,761	0,280	Meluber	
38	T44	0,331	0,426	0,299	Meluber	
39	TB1	0,544	0,700	0,971	Aman	
40	TB2	0,121	0,156	0,528	Aman	
41	TB3	0,133	0,171	0,924	Aman	Permukiman
42	TB4	0,689	0,886	1,034	Aman	
43	TB5	0,185	0,238	0,871	Aman	
44	TB6	0,379	0,488	1,211	Aman	
45	TB7	0,307	0,396	0,881	Aman	
46	TB8	0,361	0,465	0,667	Aman	
47	TB9	0,313	0,402	0,552	Aman	
48	TB10	0,276	0,355	1,017	Aman	
49	TB11	0,326	0,420	0,984	Aman	
50	TB12	0,183	0,235	0,424	Aman	
51	TB13	0,088	0,113	0,779	Aman	Permukiman
52	TB14	0,173	0,223	0,589	Aman	
53	TB15	0,050	0,064	0,876	Aman	
54	TB16	0,077	0,099	0,739	Aman	
55	TB17	0,131	0,168	0,416	Aman	
56	TB18	0,343	0,442	0,875	Aman	
57	TB19	0,087	0,112	0,297	Aman	
58	TB20	0,071	0,092	0,667	Aman	
59	TB21	0,060	0,078	0,588	Aman	
60	TB22	0,224	0,289	0,406	Aman	
61	TB23	0,052	0,067	0,222	Aman	

Hidrologi							Hidrolika							
No	Salu-ran	Q 2th m <sup>3</sup> /s	Q 5th m <sup>3</sup> /s	Q Salu-ran m <sup>3</sup> /s	Cek	Lokasi Saluran	No	Salu-ran	Q 2th m <sup>3</sup> /s	Q 5th m <sup>3</sup> /s	Q Salu-ran m <sup>3</sup> /s	Cek	Lokasi Saluran	
62	TB24	0,420	0,541	0,851	Aman	Permukiman	103	TB67	0,080	0,103	0,197	Aman	Permukiman	
63	TB25	0,383	0,493	0,881	Aman		104	TB68	0,080	0,103	0,325	Aman		
64	TB26	0,257	0,331	0,772	Aman		05	TB69	0,174	0,224	0,325	Aman		
65	TB27	0,643	0,828	0,774	Aman		106	TB70	0,529	0,681	0,155	Meluber		
66	TB28	0,340	0,438	0,467	Aman		107	TB71	0,557	0,717	0,325	Meluber		
67	TB30	0,443	0,570	0,995	Aman		108	TB72	0,083	0,107	0,198	Aman		
68	TB31	0,109	0,141	0,938	Aman		109	TB73	0,364	0,469	0,483	Aman		
69	TB32	0,093	0,119	0,831	Aman		110	TB74	0,200	0,258	0,118	Meluber		
70	TB33	0,135	0,174	0,672	Aman		111	TB75	0,139	0,179	0,233	Aman		
71	TB34	0,112	0,144	0,768	Aman		112	TB76	0,163	0,209	0,292	Aman		
72	TB35	0,338	0,435	1,076	Aman		113	TB77	0,250	0,321	0,162	Meluber		
73	TB36	0,239	0,308	1,167	Aman		114	TB78	0,236	0,304	0,150	Meluber		
74	TB37	0,241	0,310	0,505	Aman		115	TB79	0,097	0,125	0,101	Aman		
75	TB39	0,131	0,169	0,941	Aman		116	TB80	0,134	0,172	0,233	Aman		
76	TB40	0,066	0,085	0,338	Aman		117	TB81	0,210	0,270	0,233	Aman		
77	TB41	0,235	0,302	0,589	Aman		118	TB82	0,228	0,293	0,233	Aman		
78	TB42	0,073	0,094	0,528	Aman		119	TB83	0,116	0,150	0,099	Meluber		
79	TB43	0,218	0,281	0,982	Aman		120	TB84	0,148	0,190	0,166	Aman		
80	TB44	0,097	0,125	0,245	Aman		121	TB85	0,159	0,204	0,262	Aman		
81	TB45	0,069	0,089	0,274	Aman		122	TB86	0,201	0,259	0,045	Meluber		
82	TB46	0,060	0,078	0,101	Aman		123	TB87	0,182	0,234	0,169	Meluber		
83	TB47	0,057	0,074	0,144	Aman		124	TB88	0,148	0,190	0,218	Aman		
84	TB48	0,065	0,084	0,109	Aman		125	TB89	0,169	0,217	0,155	Meluber		
85	TB49	0,063	0,080	0,774	Aman		126	TB90	0,116	0,150	0,666	Aman		
86	TB50	0,065	0,083	0,705	Aman		127	TB91	0,210	0,270	0,198	Meluber		
87	TB51	0,141	0,181	0,427	Aman		128	TB92	0,130	0,168	0,233	Aman		
88	TB52	0,077	0,099	0,325	Aman		129	TB93	0,117	0,151	0,233	Aman		
89	TB53	0,196	0,253	0,323	Aman		130	TB94	0,145	0,186	0,233	Aman		
90	TB54	0,128	0,165	0,403	Aman		131	TB95	0,238	0,306	0,101	Meluber		
91	TB55	0,142	0,183	0,115	Meluber		132	Saluran Medokan Ayu Tengah				Meluber		Sal. Primer
92	TB56	0,081	0,104	0,121	Aman		133	Saluran Medokan Ayu Hilir				Meluber		
93	TB57	0,131	0,169	0,103	Meluber		134	Saluran Medokan Ayu Hilir - Persawahan				Meluber		
94	TB58	0,149	0,192	0,224	Aman									
95	TB59	0,099	0,127	0,325	Aman									
96	TB60	0,259	0,333	0,222	Meluber									
97	TB61	0,583	0,750	3,660	Aman									
98	TB62	0,153	0,197	1,747	Aman									
99	TB63	0,121	0,155	0,101	Meluber									
100	TB64	0,082	0,106	0,188	Aman									
101	TB65	0,125	0,161	0,325	Aman									
102	TB66	0,087	0,112	0,141	Aman									

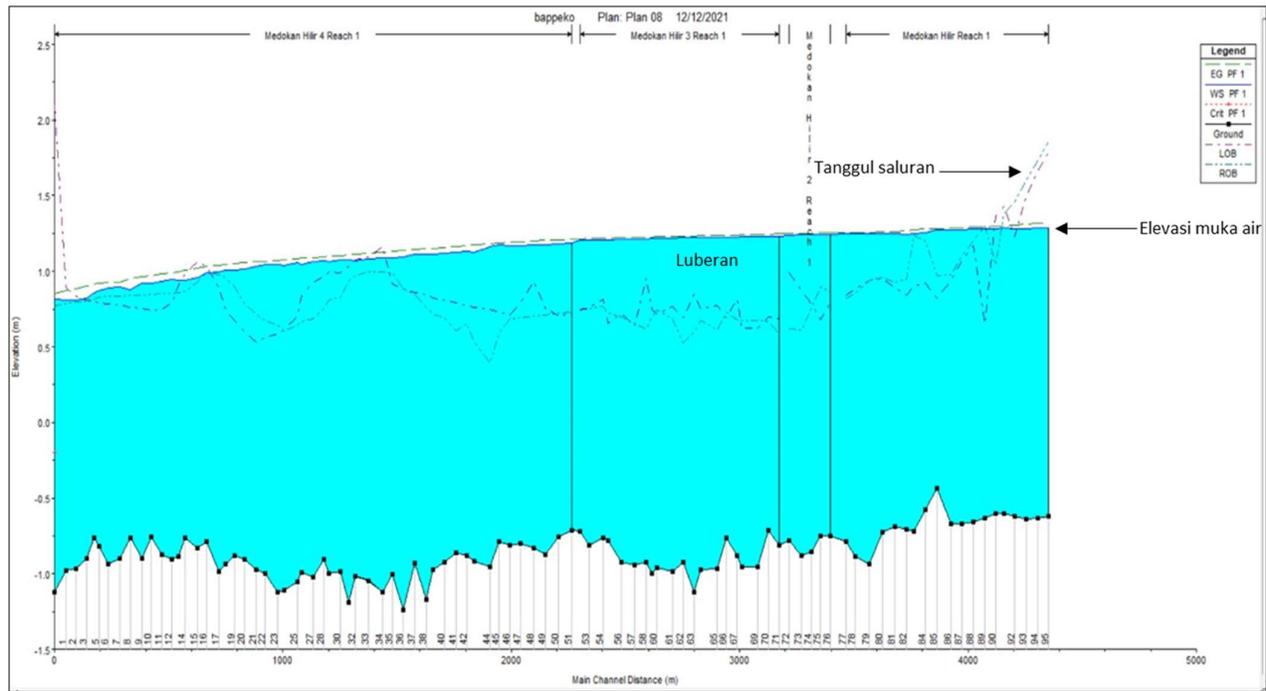
Pada **Gambar 6**, terdapat beberapa garis yang menjadi simbol kondisi saluran utama Medokan Ayu. Garis hitam tidak beraturan yang disimbolkan 'Ground' pada legenda dan berada di paling bawah menandakan elevasi dasar saluran dari hulu (sebelah kanan) hingga hilir (sebelah kiri). Garis putus-putus tidak beraturan di atasnya menandakan elevasi

talud, tepi atas saluran. Sedangkan garis landai warna biru yang berada di paling atas, menandakan elevasi muka air dari hujan untuk periode 10 tahun.

**Tabel 4** Hasil Perhitungan Hidrolika Pada Saluran Yang Meluber Setelah Dimensi Saluran Diperlebar

No	Saluran	Hidrologi			Hidrolika		Lokasi Saluran
		Q <sub>2th</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5th</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10th</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>Sal.</sub> m <sup>3</sup> /s	Cek	
1	T3	0,452	0,582	0,669	1,254	Aman	Permukiman
2	T26	0,785	1,010	1,159	1,254	Aman	
3	T24	1,335	1,718	1,972	1,618	Aman	
4	T28	1,451	1,868	2,144	1,618	Aman	Sal. Sekunder
5	T29	1,693	2,179	2,501	1,998	Aman	
6	T33	1,428	1,838	2,110	1,618	Aman	Permukiman
7	T41	0,221	0,285	0,327	1,254	Aman	
8	T43	0,591	0,761	0,873	1,254	Aman	
9	T44	0,331	0,426	0,489	1,254	Aman	

No	Saluran	Hidrologi			Hidrolika		Lokasi Saluran
		Q <sub>2th</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>5th</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>10th</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>Sal.</sub> m <sup>3</sup> /s	Cek	
10	TB55	0,142	0,183	0,210	1,254	Aman	Permukiman
11	TB57	0,131	0,169	0,194	1,254	Aman	
12	TB60	0,259	0,333	0,382	1,254	Aman	
13	TB63	0,121	0,155	0,178	1,254	Aman	
14	TB70	0,529	0,681	0,782	1,254	Aman	
15	TB71	0,557	0,717	0,823	1,254	Aman	
16	TB74	0,200	0,258	0,296	1,254	Aman	
17	TB77	0,250	0,321	0,369	1,254	Aman	
18	TB78	0,236	0,304	0,349	1,254	Aman	
19	TB83	0,116	0,150	0,172	1,254	Aman	
20	TB86	0,201	0,259	0,297	1,254	Aman	
21	TB87	0,182	0,234	0,269	1,254	Aman	
22	TB89	0,169	0,217	0,249	1,254	Aman	
23	TB91	0,210	0,270	0,310	1,254	Aman	
24	TB95	0,238	0,306	0,351	1,254	Aman	



**Gambar 6.** Model Hecras untuk periode debit banjir hujan 10 tahun, tampak ada luberan atau perbedaan elevasi antara muka air dengan tanggul saluran. Hasil pemodelan ini menunjukkan terjadinya luberan dan berakibat pada munculnya genangan.

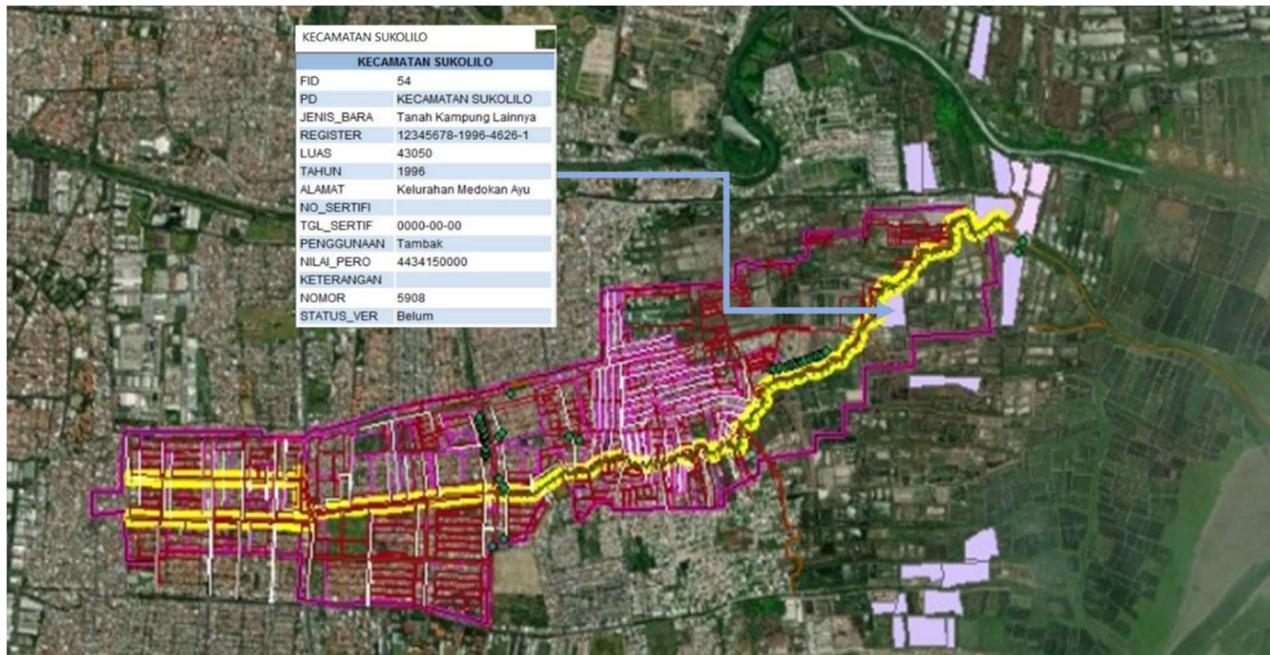
Nampak pada hasil pemodelan, terjadi luberan pada saluran primer di Medokan Ayu. Hal ini terlihat pada model (**Gambar 6**) garis biru yang menunjukkan elevasi muka air melebihi garis putus-putus yang menjelaskan batas tanggul.

Artinya, ketika hujan turun dengan curah hujan rencana periode 10 tahun, saluran tidak mampu menampung debit akibat hujan yang terjadi sehingga mengakibatkan luberan.

Luberan ini terdapat pada daerah dekat hulu hingga pertengahan menuju hilir saluran. Pada area hilir justru tidak ada luberan, yang menandakan tidak ada genangan pada daerah tersebut. Sementara itu, seperti yang dijelaskan pada pendahuluan, area hulu saluran utama Medokan Ayu ini merupakan kawasan permukiman. Genangan yang terjadi ini tentu akan berdampak pada banyak masyarakat.

Seperti yang dibahas pada hasil survey topografi bahwa kemiringan dasar saluran utama ini sangat landai dan menjadi salah satu faktor penyebab timbulnya genangan, sedangkan area hilir saluran merupakan area tambak yang berbatasan dengan Laut Jawa, maka tidak memungkinkan untuk memperdalam elevasi di hilir karena akan menimbulkan efek *back water*.

Maka dari itu, akan direncanakan pembuatan kolam retensi dengan memanfaatkan lahan inventarisasi milik pemerintah Kota Surabaya yang tersebar di area hilir saluran, dekat dengan kawasan tambak. Lahan inventarisasi ini terlihat pada **Gambar 7** dengan notasi area yang diarsir warna ungu. Aliran dari saluran utama akan dialirkan masuk melalui *inlet* menuju kolam retensi. Kolam ini akan menampung sementara debit banjir saat curah hujan tinggi sehingga tidak menimbulkan genangan pada daerah hulu dan tengah saluran. Ketika hujan sudah mereda dan debit pada saluran utama sudah mulai berkurang, air pada kolam tampungan ini dikeluarkan perlahan melalui *outlet* menuju hilir saluran.



**Gambar 7.** Kawasan Medokan Ayu dengan saluran-saluran drainase nya, serta lahan inventarisasi milik pemkot (area blok warna ungu). Warna kuning menunjukkan saluran utama di Medokan Ayu, tampak hilirnya bermuara pada kawasan tambak dekat dengan Laut Jawa. Tampak lahan yang ditunjuk bernama FID 54 yang berada pada kecamatan Sukolilo, yang akan direncanakan sebagai kolam tampungan.

Lahan inventarisasi pemkot yang akan digunakan sebagai kolam tampungan tidak terletak tepat di hilir / ujung saluran, namun sekitar pada seperempat akhir dari panjang saluran, seperti yang tertera pada **Gambar 7**. Wilayah ini berada pada kawasan tambak dan berhimpitan dengan badan saluran, sehingga akan memudahkan pengaliran air baik masuk maupun keluar tampungan.

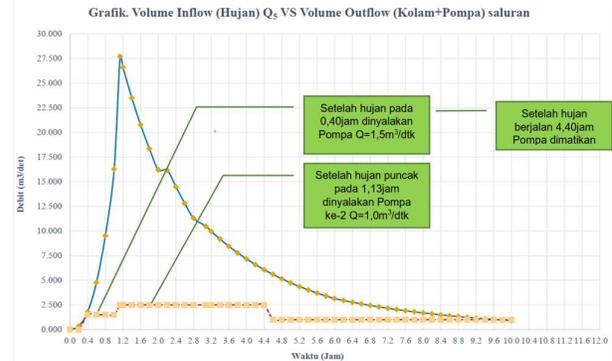
Spesifikasi lahan inventarisasi yang akan digunakan sebagai kolam tampungan ditampilkan pada **Gambar 7**. Terlihat, lahan FID 54 yang terletak di kecamatan Sukolilo dan memiliki luasan area sebesar 43.050 m<sup>2</sup>. Diketahui pula

elevasi dasar saluran yang akan menjadi *inlet* dan *outlet* dari kolam tampungan FID 54. Pada titik *inlet* terletak di STA 65 dengan elevasi dasar saluran -0,900. Sedangkan *outlet* terletak pada STA 72 dengan elevasi dasar saluran -1,120. Kolam tampungan FID 54 direncanakan dengan kedalaman 2meter dari elevasi dasar STA 65, sehingga didapat elevasi dasar kolam FID 54 yaitu -2,900. Karena elevasi dasar kolam jauh lebih rendah dari elevasi dasar *inlet* di STA 65, maka aliran dari saluran utama akan mengalir secara gravitasi menuju kolam tampungan FID 54.

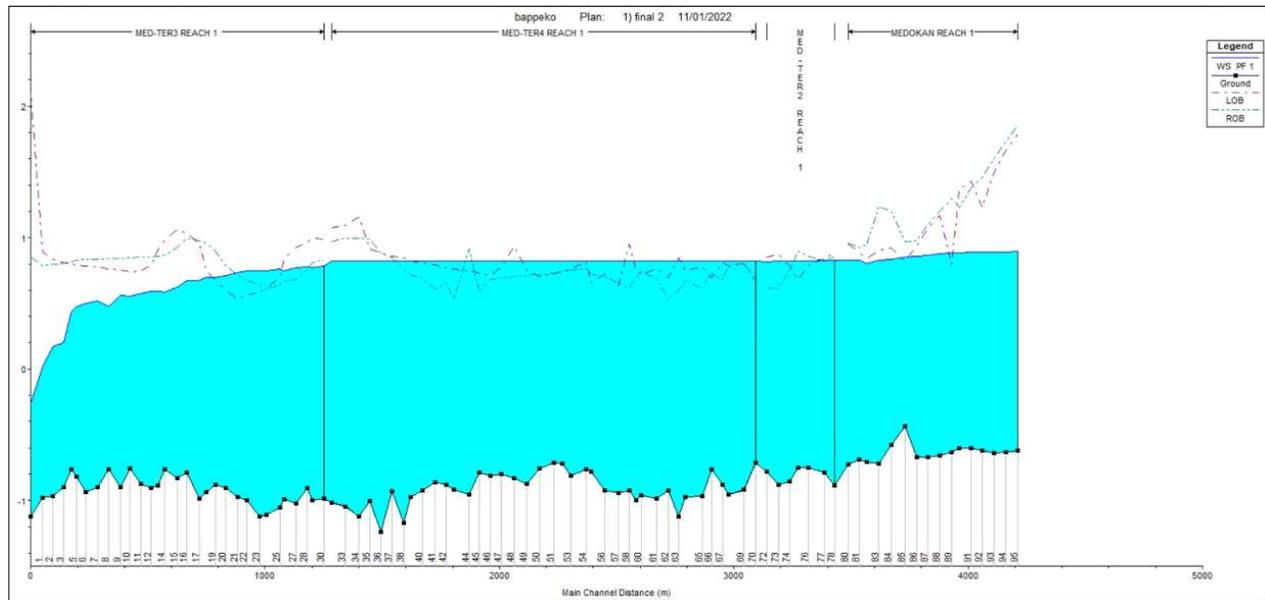
Ketika debit aliran pada saluran utama telah berkurang, air dari kolam FID 54 dapat dialirkan kembali menuju hilir saluran. Namun, perlu diingat bahwa elevasi dasar kolam (-2,900) lebih rendah dari elevasi dasar *outlet* (-1,120) di STA 72 sehingga air dari kolam tampungan tidak mungkin dapat dialirkan secara gravitasi. Maka dari itu diperlukan pompa pada *outlet* untuk mengeluarkan air dari kolam tampungan FID 54 kembali menuju hilir saluran.

**Gambar 8** merupakan grafik hidrograf Nakayasu yang menampilkan nilai debit pada kurun waktu turunnya hujan. Garis warna biru melambangkan debit hujan periode ulang 10 tahun yang mengalami waktu puncak setelah 1,2 jam hujan turun (1 jam 12 menit). Pada waktu puncak tersebut, debit yang terjadi sebesar 27,5 m<sup>3</sup>/detik. Dengan kedalaman kolam tampungan 2 meter, didapat volume kapasitas kolam FID 54 yaitu 86.100 m<sup>3</sup>. Maka, hanya dalam kurun waktu 58 menit kolam tampungan FID 54 akan terisi penuh, padahal belum sampai pada waktu puncak hujan. Sehingga perlu dipasang pompa dengan kapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/detik yang

dinyalakan setelah hujan turun selama 24 menit dan menyala selama 4 jam. Setelah 15 menit waktu puncak hujan terlewati, maka pompa kedua dengan kapasitas 1 m<sup>3</sup>/detik dinyalakan selama 3,5 jam [12].



**Gambar 8.** Grafik hidrograf Nakayasu hubungan debit dan waktu pada kolam tampungan FID 54 dengan menggunakan pompa.



**Gambar 9** Model Hecras saluran utama Medokan Ayu setelah adanya kolam tampung FID 54 yang dioperasikan menggunakan pompa.

Adanya kolam tampung FID 54 yang dioperasikan menggunakan pompa ini mengurangi terjadinya luberan yang semula terjadi pada saluran utama Medokan Ayu. Terlihat pada **Gambar 9**, elevasi muka air rata-rata pada saluran yakni 0,7 m dengan beda elevasi maksimum antara muka air dengan tanggul pada kawasan pemukiman sebesar  $\pm 0.2$  m. Sedangkan pada **Gambar 6**, rata-rata elevasi muka air pada ketinggian 1,075 m dengan beda elevasi maksimum mencapai 1 meter. Artinya, dengan adanya kolam tampung

FID 54 yang dioperasikan menggunakan pompa, dapat mengurangi genangan hingga  $\pm 0.8$  m pada kawasan permukiman.

#### 4. Simpulan

Genangan yang terjadi pada Kawasan Medokan Ayu dikarenakan pada beberapa saluran mengalami luberan karena tidak mampu menampung debit hujan periode ulang hujan 2 tahun. Saluran yang meluber ini didominasi oleh

saluran permukiman yang ketika menimbulkan genangan tentu akan mengganggu aktivitas warga di wilayah tersebut.

Upaya penanganan untuk saluran wilayah permukiman ini cukup dengan memperbesar kapasitas penampang saluran ekisting, dengan rekomendasi dimensi 0,8m x 1m.

Sedangkan untuk menyelesaikan masalah genangan akibat debit banjir 10 tahun pada saluran utama Medokan Ayu, diperlukan kolam retensi/kolam penampung dengan memanfaatkan lahan FID 54, inventarisasi pemerintah Kota Surabaya yang terletak di STA 65 saluran.

Air yang masuk dari saluran menuju kolam FID 54 pada *inlet* di STA 65 mengalir secara gravitasi karena elevasi dasar kolam lebih rendah. Namun, pada *outlet* kolam yang terletak di STA 72 elevasinya lebih tinggi dari elevasi dasar kolam FID 54. Sehingga diperlukan operasional pompa untuk mengembalikan aliran dari kolam tampungan ke hilir saluran utama.

Pompa yang diperlukan ada 2 buah. Pompa pertama berkapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/detik yang dioperasikan 24 menit setelah hujan turun dan menyala selama 4 jam. Kemudian 47 menit setelah pompa 1 menyala, diaktifkan pompa 2 dengan kapasitas 1 m<sup>3</sup>/detik yang menyala selama 3,5 jam.

Sehingga direkomendasikan beberapa solusi diatas, mulai perbesaran dimensi penampang saluran di kawasan saluran permukiman, pemanfaatan lahan inventaris pemerintah kota pada FID 54 sebagai kolam tampungan pada wilayah muara saluran primer Medokan Ayu dengan menggunakan sistem pompa. Secara keseluruhan potensi genangan akibat Q<sub>10</sub> tahun dapat diminimalisir dan rencana mitigasi banjir kawasan pada Sub Sistem Medokan Ayu dinyatakan dapat dilaksanakan.

#### Daftar Pustaka

- [1] BAPPEKO, "Laporan Akhir Surabaya Drainage Master Plan," Surabaya, 2018.
- [2] BAPPEKO, "Laporan Akhir Kegiatan Sistem Jaringan Drainase Tersier (SJDT) Sub Sistem Medokan Ayu," Surabaya, 2021.
- [3] M. H. Imaaduddin, I. Saud, S. K. Azis, H. Wahyudi, and T. Adiningtyas, "The Effect of Urban Drainage on the Determination the Time of Storage in the City Development Area," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 930, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/930/1/012043.
- [4] A. E. Sembiring, T. Mananoma, F. Halim, and E. M. Wuisan, "Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Panasen," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 3, pp. 148–154, 2014.
- [5] M. H. Imaaduddin, T. Tatas, and S. K. Aziz, "Monitoring Sedimentasi di Pintu DAM Rolag Telu Sebagai Bentuk Kesiapan Mencegah Banjir di Hilir Sungai Brantas," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 17, no. 2, p. 53, 2019, doi: 10.12962/j2579-891x.v17i2.4962.
- [6] P. T. Juwono and A. Subagiyo, *Sumber Daya Air dan Pengembangan Wilayah*. Malang: UB Press, 2018.
- [7] BMKG, "Proyeksi Perubahan Iklim," 2020. <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=proyeksi-perubahan-iklim>.
- [8] T. Anasiru, "Analisis Perubahan Kecepatan Aliran Pada Muara Sungai palu," *SMARTek*, vol. 3, no. Mei, pp. 101–112, 2005, [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/view/346/285>.
- [9] Surabaya and BAPPEKO, "Laporan Kajian SJDT Medokan Ayu," Surabaya, 2021.
- [10] Soewarno, *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, Jilid 1*. Bandung: Nova, 1995.
- [11] A. N. Pramono and P. T. Saputro, "Efektivitas Kolam Retensi Terhadap Pengendalian Banjir," *G-Smart*, vol. 4, no. 2, p. 94, 2021, doi: 10.24167/gsmart.v4i2.2331.
- [12] R. F. Indriani, M. Hafiih, and W. Utama, "Hydrological Study of the Nakayasu Hydrograph Method for Design of Water Retention in the JIPE Gresik Industrial Estate," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 799, no. 1, pp. 0–6, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/799/1/012001.

Halaman ini sengaja dikosongkan