

ANALISIS POTENSI PENGURANGAN GENANGAN AIR PADA SUB SISTEM SUNGAI BANGER

Analysis Of Potential Reduction Of Inundation In The Banger River Sub-System

Tia Hetwisari¹, Marina Wulandari², Ingerawi Sekaring Bumi³ *)

^{1,2,3} Politeknik Pekerjaan Umum, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jl. Prof. Sudarto No. 15, Tembalang, Semarang
Korespondensi: tia.hetwisari@pu.go.id

Diterima: 29 Maret 2023, Disetujui: 11 Mei 2023

ABSTRAK

Wilayah pesisir Kota Semarang memiliki elevasi lebih rendah dari permukaan laut, sehingga digunakan sistem polder dengan pompa dan kolam tando sebagai solusi penanganan banjir. Salah satu penerapan sistem tersebut adalah di wilayah Sub Sistem Sungai Banger (Polder Banger), namun beberapa area di wilayah tersebut masih dijumpai area genangan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan inventori agar didapatkan gambaran mengenai kondisi infrastruktur drainase dan genangan air di wilayah Polder Banger serta menganalisis kebutuhan saluran drainase, pompa dan kolam tando/kolam retensi/longstorage. Dari hasil inventori diketahui bahwa infrastruktur saluran drainase pada kawasan Polder Banger secara umum pada saluran primer dan saluran sekunder sudah cukup baik, sedangkan pada saluran tersier, permasalahan utama yang dijumpai adalah kondisi saluran banyak sampah dan sedimentasi sehingga mengakibatkan saluran mampat. Hasil analisis menunjukkan pengurangan luas genangan air pada kawasan Polder Banger sebesar 76,5 Ha (55%) jika tetap menggunakan kapasitas pompa 10 m³/dt dapat dicapai dengan (1) tambahan volume kolam retensi/longstorage sebesar 132.039 m³, (2) dilakukan normalisasi dan memperbesar dimensi saluran sekunder, (3) serta normalisasi dan penambahan saluran baru pada saluran tersier.

Kata kunci: polder banger, drainase, genangan

ABSTRACT

Coastal area of Semarang City, which has lower elevation than sea level, so a polder system with pumps and retention ponds is used as a solution for flood management. One of them is in Banger Polder. However, in some of its areas are still found to be inundated. To overcome these problems, an inventory is needed to obtain an overview of the condition of the drainage infrastructure and inundation in the Banger River Sub-System area and to analyze the needs for drainage channels, pumps and retention ponds/longstorage. Inventory results found that the primary and secondary channels were quite good, while in the tertiary channels, the main problems encountered were a lot of waste and sedimentation which resulted in channel congestion. The analysis result was a decrease in the inundation area of 76.5 Ha (55%) using a pump capacity of 10 m³/sec, can be achieved by (1) an additional 132,039 m³ capacity of retention/longstorage, (2) normalizing and enlarging the dimensions of the secondary channel, (3) normalizing and adding new channels to the tertiary channel.

Keywords: polder banger, drainage, inundation



PENDAHULUAN

Kondisi genangan banjir merupakan permasalahan yang seringkali dihadapi secara rutin oleh masyarakat perkotaan yang menempati area tertentu. Pada wilayah perkotaan yang terletak pada kawasan pesisir, banjir rentan terjadi dari luapan air sungai dan rob.[1] Pemetaan terhadap wilayah yang mengalami bencana banjir merupakan mitigasi yang penting dilakukan untuk mendapatkan penyebab dan upaya penanganannya.[2]

Penyebab banjir wilayah pesisir Kota Semarang, pada umumnya terjadi karena peningkatan debit yang tidak terkontrol yang mengalir di sungai dan sistem drainase, pendangkalan dan penyempitan badan sungai maupun sedimentasi [3],[4]. Genangan banjir di Kota Semarang semakin meluas di beberapa area, antara lain di sekitar muara Sungai Plumbon, Sungai Siangker di sekitar Bandara Ahmad Yani, Karangayu, Krobokan, Bandarharjo, Kali Banger, area Genuk dari Kaligawe sampai dengan Demak. [5]

Genangan banjir di beberapa wilayah tersebut juga dipengaruhi oleh kondisi sistem drainase yang tidak memadai atau tidak terawat dengan baik.[6] Untuk mengantisipasi permasalahan drainase tersebut, Kota Semarang telah memiliki Rencana Induk Sistem Drainase yang dituangkan dalam Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2014 tentang Rencana Induk Sistem Drainase Kota Semarang Tahun 2011 - 2031. Pembagian sistem drainase di Kota Semarang, yaitu:

- a. Sistem Drainase Wilayah Mangkang dengan DAS seluas kurang lebih 9.272,02 hektar;
- b. Sistem Drainase Wilayah Semarang Barat dengan DAS seluas kurang lebih 3.104,30 hektar;
- c. Sistem Drainase Wilayah Semarang Tengah dengan DAS seluas kurang lebih 22.307,41 hektar; dan
- d. Sistem Drainase Wilayah Semarang Timur dengan DAS seluas kurang lebih 20.161,91 hektar.

Pada Sistem Drainase Wilayah Semarang Tengah, sebagian wilayahnya berupa dataran rendah di sebelah utara dan daerah perbukitan di sebelah selatan, bahkan terdapat wilayah yang berada di bawah elevasi muka air laut. Oleh karena itu digunakan sistem polder dengan pompa dan kolam tando. Salah satunya diterapkan di kawasan Sub Sistem Sungai Banger (Polder Banger).

Polder merupakan suatu sistem penanggulangan banjir dengan jalan memisahkan sistem hidrologi suatu daerah dengan daerah sekitarnya. Penggunaan sistem polder sebagai solusi penanganan banjir pada kawasan rendah sudah teruji keberhasilannya.[7] Polder Banger merupakan proyek kerjasama antara Indonesia-Belanda yang bertujuan untuk mengakhiri banjir rob di lingkungan sekitar Sungai Banger. Kelurahan Kemijen merupakan salah satu wilayah yang selalu tergenang rob. Pada tahun 2017 wilayah tersebut relatif aman pengaruh banjir rob dengan beroperasinya pompa yang mulai mengalirkan air dari Sungai Banger ke Kanal Banjir Timur. Sebagian besar penduduk memberikan keterangan bahwa wilayah mereka telah terbebas dari banjir dan kondisi tetap kering saat air pasang. [8]

Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Banger memiliki luas DAS 523,79 Ha. Dengan kawasan layanan polder yang cukup luas, maka diperlukan adanya pengelolaan yang baik agar polder dapat beroperasi dengan baik. Berdasarkan penelitian terdahulu, pengembangan Polder Banger telah mempertimbangkan aspek keselamatan, keberlanjutan dan fleksibilitas sesuai dengan konsep polder yang telah dikembangkan terlebih dahulu di Belanda, yang merupakan negara dengan sistem polder terbaik di dunia.[9]

Pemerintah Kota Semarang telah membentuk lembaga pengelola melalui Peraturan Walikota No. 06/89/2010 tentang Tata Kerja dan Organisasi Badan Pengelola Polder Banger "Scieland Krimpenerwaard" (BPPB "SIMA"). BPPB "SIMA" memiliki fungsi *executive primary* sebagai lembaga yang bersifat teknis operasional yaitu merawat, memelihara dan mengoperasionalkan Polder Banger.[10] Hasil penilaian kinerja Polder Banger dari sisi badan pengelola dan proses internal sudah menunjukkan kinerja yang cukup baik, kelemahan utama terdapat pada poin kepuasan pelanggan, hal ini terjadi karena belum sempurnanya operasi polder. [11]

Selain organisasi pengelola, keberhasilan fungsi polder juga dipengaruhi oleh perilaku masyarakat, salah satu kondisi yang mengakibatkan adanya genangan air adalah sampah yang menyumbat saluran drainase, karena masih terdapat warga yang membuang sampah di saluran drainase. Hal ini merupakan permasalahan yang sering disampaikan oleh warga Kemijen (salah satu kelurahan di kawasan Polder Banger). Kondisi tersebut mengakibatkan air tidak dapat mengalir dengan lancar sehingga pada saat terjadi hujan lebat wilayahnya tergenang banjir.[12]

PERMASALAHAN

Hasil inventori infrastruktur pada Sungai Banger sebagai saluran drainase primer secara umum sudah bagus dan sudah terhindar dari banjir dengan beroperasinya pompa dengan kapasitas 10 m³/detik. Namun demikian beberapa area di wilayah Sub Sistem Sungai Banger masih dijumpai area genangan. Penyebab terjadinya genangan antara lain belum sempurnanya sistem saluran drainase tersier dan saluran drainase sekunder.

Menyikapi hal tersebut maka diperlukan analisis terhadap kondisi eksisting dan kebutuhan saluran drainase, pompa dan kolam tando pada Sub Sistem Sungai Banger agar semaksimal mungkin dapat mengatasi genangan yang terjadi di wilayah tersebut.

TUJUAN

Tujuan dari tulisan ini adalah (1) Mendapatkan data mengenai kondisi infrastruktur drainase dan genangan air di wilayah Sub Sistem Sungai Banger, (2) menganalisis kebutuhan saluran drainase, pompa dan kolam tando/kolam retensi/longstorage dalam rangka mengatasi permasalahan genangan air yang masih terjadi di wilayah Sub Sistem Sungai Banger.

METODE

Pada wilayah studi, dilakukan evaluasi kinerja drainase Sub Sistem Sungai Banger (Polder Banger) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Inventori infrastruktur drainase dan genangan air untuk mendapatkan data kondisi infrastruktur drainase dan area terdampak genangan air.
2. Analisis intensitas curah hujan dan debit banjir rancangan.
Data curah hujan didapatkan dari Stasiun Madukoro, dianalisis menggunakan metode distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan *Log Pearson III* untuk mendapatkan hujan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Analisis untuk debit banjir menggunakan metode rasional, untuk saluran tersier menggunakan hujan kala ulang 2 tahun, saluran sekunder menggunakan hujan kala ulang 5 tahun dan saluran primer menggunakan hujan kala ulang 10 tahun.
3. Analisis Hidrolis
Perhitungan kapasitas tampung saluran dengan pendekatan rumus kontinuitas dan persamaan maning serta perhitungan kebutuhan kolam dan kapasitas pompa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inventori Infrastruktur Drainase dan Genangan Air Kawasan Sub Sistem Sungai Banger

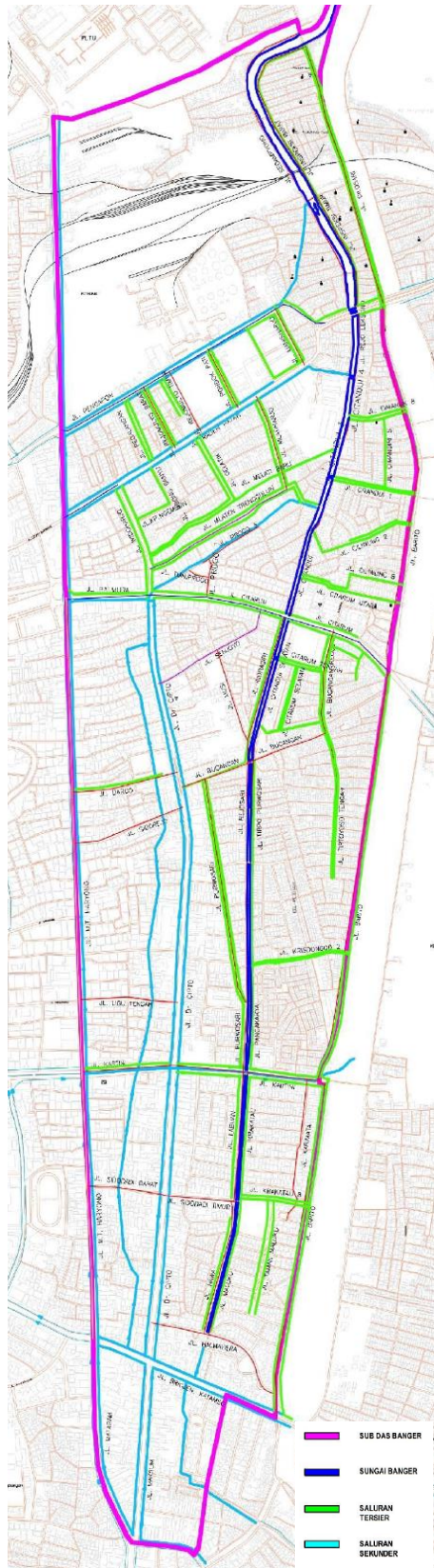
Berikut detail kondisi saluran drainase pada kawasan Sub Sistem Sungai Banger:

- a. Saluran Primer/Sungai dengan konstruksi sheetpile dan pasangan batu kali dalam kondisi baik dengan kerusakan 10%. Muara Sungai Banger ditutup dan pembuangan air banjir ke Sungai Kanal Banjir Timur menggunakan pompa kapasitas 10 m³/detik. Panjang saluran primer 5,3 km. Lebar rata-rata 7-30 m dengan kedalaman sedimen berkisar 0,5 – 1,2 m
- b. Saluran Sekunder dengan konstruksi pasangan batu dan U-ditch dengan kerusakan 12%. Panjang saluran sekunder 12,379 km. Lebar rata-rata 0,9-2,5 m dengan kedalaman sedimen berkisar 0,2-0,7 m.
- c. Saluran Tersier, panjang total saluran tersier adalah 24,164 km menggunakan konstruksi pasangan batu kali dan buis beton. Survei detail dilakukan di 7 kelurahan Kecamatan Semarang Timur dengan panjang 14,161 km (58% dari keseluruhan saluran tersier), dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 1 Inventori Saluran Tersier

Kelurahan	Jumlah Ruas Jalan	Panjang Saluran (m)	Kondisi Saluran
Karang tempel	6	3563	Saluran kotor (sampah, rumput, daun dll), saluran kering, air tidak mengalir
Kebonagung	1	320	Saluran macet, banyak sekali sampah
Bugangan	5	1453	Saluran tertutup rumah dan kios, macet, banyak sampah, kondisi saluran kering
Mlatiharjo	8	2620	Saluran tertutup, terjadi genangan jika hujan lebat, saluran baik
Mlatibaru	8	3358	Saluran kering, tersumbat, saluran tertutup, sedimen penuh, banyak sampah, saluran baik
Rejomulyo	8	1601	Saluran macet, banyak sampah, saluran rusak, saluran tertutup, saluran kering, macet, air tidak mengalir
Kemijen	2	1246	Saluran rusak, banyak sampah, air tidak mengalir
Total		14161	

Sumber: BPPW Jawa Tengah, 2021



Sumber: Inventori BPPW Jawa Tengah, 2021

Gambar 1 Kawasan Sub Das Banger



Sumber: Inventori BPPW Jawa Tengah, 2021

Gambar 2 Area Genangan Air pada Sub Das Banger

Berdasarkan hasil inventori didapati area genangan seluas 138,9 Ha (26,51% luas kawasan). Area yang masih terdapat genangan

(terutama pada saat hujan lebat) antara lain di sebagian besar wilayah Kelurahan Kemijen, sebagian area Kelurahan Rejomulyo, Kelurahan Mlatibaru, sebagian kecil Kelurahan Mlatiharjo, Kelurahan Kebonagung, Kelurahan Bugangan, Kelurahan Sarirejo, Kelurahan Rejosari, Kelurahan Karangturi, dan Kelurahan Karangtempel (ditunjukkan pada Gambar 2).

Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Data curah hujan 10 tahun diambil dari Stasiun Madukoro, kemudian diolah dan diuji distribusinya. Tabel berikut ini menunjukkan hasil perhitungan distribusi frekuensi.

Tabel 2 Curah Hujan Harian maksimum Rerata Daerah, Stasiun Madukoro

No	Tahun	Hujan Harian Max Rata-rata	
		x	Log x
1	2010	97	1.99
2	2011	79	1.90
3	2012	93	1.97
4	2013	150	2.18
5	2014	177	2.25
6	2015	155	2.19
7	2016	120	2.08
8	2017	90	1.95
9	2018	120	2.08
10	2019	119	2.08
Ck		-0.734	-1.056
Cs		0.540	0.172
Stdev		31.997	0.114
Xrt		120.00	2.07

Sumber: Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah, Perhitungan, 2021

Tabel 3 Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Ket.
Normal	$Cs \approx 0$	0.54	Tidak
	$1 Ck \approx 3$	-0.73	Tidak
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv = 1,18$	0.17	Tidak
	$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15 Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 5,58$	-1.06	Tidak
Gumbel	$Cs \approx 1,14$	0.54	Tidak
	$Ck \approx 5,4002$	-0.73	Tidak
Log Pearson III	Cs selain nilai di atas	0.17	Ya
	Ck selain nilai di atas	-1.06	Mendekati
Keputusan: diambil yang paling mendekati		Log Pearson III	

Sumber: A. Fahraini, 2020 [13], Perhitungan, 2021

Dari hasil analisis di atas, data curah memiliki distribusi yang mendekati Distribusi Log Pearson III. Berikut ini tabel perhitungan curah hujan kala ulang:

Tabel 4 Hujan Rencana Periode T Tahun

T	k	Log Xt	Xt
2	-0.033	2.06	115.28
5	0.830	2.16	144.70
10	1.301	2.21	163.82
25	1.818	2.27	187.71
50	2.059	2.30	200.01
100	2.472	2.35	223.00
200	2.763	2.38	240.76

Dari perhitungan hujan rencana diatas, maka untuk perhitungan debit banjir digunakan rencana sebagai berikut:

- saluran tersier menggunakan hujan rencana periode 2 tahunan sebesar 115.28 mm,
- saluran sekunder menggunakan hujan rencana periode 5 tahunan sebesar 144.70 mm,
- saluran primer/sungai menggunakan hujan rencana periode 10 tahunan sebesar 163.82 mm.

Analisis Debit Banjir Rancangan

Analisis debit banjir saluran tersier menggunakan metode rasional, didapatkan hasil sesuai dengan tabel berikut ini:

Tabel 5 Hasil Perhitungan Rancangan Debit Banjir Saluran Tersier

Lokasi (Jalan)	Tc (menit)	I (mm/j)	Q (2Th) (m ³ /dt)
Halmahera (ki)	196.95	18.10	0.12
Barito Kel Karang Tempel (ki)	196.95	18.10	0.12
Nias Barito (ki)	196.95	18.10	0.12
RA Kartini (ki)	74.50	34.60	0.40
Krakatau (ki)	307.02	13.46	0.26
Hawa (ki)	307.02	13.46	0.26
Maluku (ki)	119.41	25.26	0.22
Hiri (ki)	119.41	25.26	0.22
Hawa (ki)	119.41	25.26	0.22
Labuan (ki)	119.41	25.26	0.22
RA Kartini (ka)	92.18	30.02	0.41
Halmahera II (ki)	109.23	26.81	0.32
Taman Maluku (ki)	109.23	26.81	0.32

Lokasi (Jalan)	Tc (menit)	I (mm/j)	Q (2Th) (m ³ /dt)
Taman Maluku (ka)	109.23	26.81	0.32
Barito (ki)	401.55	11.25	0.21
Kridangga Raya (ki)	401.55	11.25	0.21
Panca Karya (ki)	401.55	11.25	0.21
Rejosari (ka) (ki)	74.24	34.68	0.39
Tirtoyoso 6 (ka)	182.80	19.02	0.44
Tirtoyoso Tengah (ka) (ki)	182.80	19.02	0.44
Citarum Tengah (ka) (ki)	60.65	39.68	0.39
Indragiri	109.50	26.76	0.26
Ciliwung (ka)	85.26	31.26	0.56
Citandui (ka) (ki)	64.71	38.00	0.24
Cimandiri Raya (ka)	55.12	42.29	0.47
Cimanuk VIII (ki) (ka)	44.53	48.75	0.55
Kaligawe Raya (Ki)	5.01	209.16	0.04
Sedampang (Ki)	43.82	49.28	0.11
Penjaringan (Ka)	5.24	202.93	0.46
Cilosari (ki)	133.28	23.48	0.08
Rumah Pompa (ka)	35.69	56.51	0.13
Rumah Pompa (ki)	35.69	56.51	0.13
Manis Harjo Raya (ki)	42.56	50.25	0.12
Pengapon (Ka)	15.88	96.97	0.32
Raden Patah (Ki)	40.19	52.20	0.33
Pedalangan (ki) (ka)	25.85	70.07	0.13
Sumur Bong (ki)(ka)	50.40	44.89	0.09
Bundel (ki) (ka)	47.95	46.41	0.32
Pondok Pati (ki)(ka)	49.17	45.64	0.43
Pengapon (ki)	40.19	52.20	0.33
Mlati Harjo Raya (ki)	73.20	35.00	0.43
Mlati Harjo Raya (ka)	73.20	35.00	0.43
Mlaten Tenggulun (ka)	150.94	21.61	0.21
Mlaten Tenggulun (ki)	150.94	21.61	0.21
Mlatibaru (ki) (ka)	55.87	41.91	0.48
Ngembun (ki)	43.32	49.66	0.41
Demang Banyu (ki)	43.32	49.66	0.41
Pengapon (ki)	43.32	49.66	0.41
Demang Banyu (ka)	43.32	49.66	0.41
Wido Harjo (ki) (Ka)	68.32	36.66	0.30

Keterangan:

C = 0.65

Xt= Hujan Rencana (dari hasil perhitungan Log Pearson III = 115.28 mm)

Tc=Waktu Konsentrasi= 0.0195 L^{0.77}x S^{-0.385}

T=Periode Ulang

I=Intensitas Hujan=Xt/24 x (24/(Tc/60))^{2/3}

Q=Debit (m³/dt)= 0.278 x C x I x A

Dari perhitungan tersebut didapatkan debit banjir saluran tersier di kawasan adalah sekitar 0.11 – 0.56 m³/detik.

Analisis Hidrolis

Kapasitas tampung saluran diketahui dengan pendekatan rumus kontinuitas dan persamaan Manning sebagai berikut:

$$Q = A \cdot V \quad (1)$$

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

$$R = \frac{A}{P} \quad (3)$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis

n = koefisien kekasaran manning

V = kecepatan aliran

A = luas penampang sungai

P = keliling penampang basah

Adapun perhitungan ini baru dapat dilakukan untuk sebagian kawasan Sub Sistem Drainase Banger (58% dari keseluruhan saluran tersier). Dengan metoda *trial and error* berikut ini hasil perhitungan dimensi saluran:

Tabel 6 Hasil Perhitungan Hidrolis

Lokasi (Jalan)	Eksising		Desain		Ket.
	B (m)	H (m)	B (m)	H (m)	
Halmahera (ki)	0.40	0.40	0.40	0.50	diperbesar
Barito Kel Karang Tempel (ki)	0.50	0.30	0.50	0.40	diperbesar
Nias Barito (ki)	0.60	0.30	0.60	0.40	diperbesar
RA Kartini (ki)	0.60	0.80	0.60	0.90	diperbesar
Krakatau (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Hawa (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Maluku (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Hiri (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Hawa (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Labuan (ki)	0.50	0.50	0.50	0.60	diperbesar
RA Kartini (ka)	0.80	0.60	0.80	0.70	diperbesar
Halmahera II (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Taman Maluku (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Taman Maluku (ka)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Barito (ki)	0.70	0.30	0.70	0.40	diperbesar
Kridangga Raya (ki)	0.70	0.30	0.70	0.40	diperbesar
Panca Karya (ki)	0.70	0.30	0.70	0.40	diperbesar
Rejosari (ka)	0.70	0.70	0.70	0.80	diperbesar
Rejosari (ki)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Purwosari Raya	0.50	0.80	0.50	0.80	tetap

Lokasi (Jalan)	Eksising		Desain		Ket.
	B (m)	H (m)	B (m)	H (m)	
(ki)(ka)					
Tirtoyoso 6 (ka)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Tirtoyoso Tengah (ka) (ki)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Citarum Tengah (ka) (ki)	1.90	2.00	1.90	2.10	diperbesar
Indragiri	0.50	0.50	0.50	0.60	diperbesar
Ciliwung (ka)	0.70	0.60	0.70	0.70	diperbesar
Citandui 1 (ka) (ki)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Cimandiri Raya (ka)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Cimanuk VIII (ki) (ka)	0.60	0.60	0.60	0.80	diperbesar
Kaligawe Raya (Ki)	0.00	0.00	0.50	0.60	Saluran baru
Sedampyang (Ki)	0.50	0.30	0.50	0.60	normalisasi
Penjaringan (Ka)	0.60	0.50	0.60	0.80	Saluran baru & normalisasi
Cilosari (ki)	0.00	0.00	0.40	0.60	Saluran baru & normalisasi
Rumah Pompa (ka)	0.40	0.40	0.40	0.60	Saluran baru
Rumah Pompa (ki)	0.40	0.40	0.40	0.60	Saluran baru
Manis Harjo Raya (ki)	0.40	0.40	0.40	0.60	diperbesar
Pengapon (Ka)	1.00	0.30	1.00	0.80	normalisasi
Raden Patah (Ki)	0.90	1.50	0.90	1.60	diperbesar
Pedalangan (ki) (ka)	0.40	0.40	0.40	0.60	diperbesar
Sumur Bong (ki)(ka)	0.40	0.30	0.40	0.60	diperbesar
Bundel (ki) (ka)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar
Pondok Pati (ki)(ka)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Pengapon (ki)	0.50	0.80	0.50	0.90	diperbesar
Mlati Harjo Raya (ki)	1.00	1.85	1.00	1.95	diperbesar
Mlati Harjo Raya (ka)	1.00	1.60	1.00	1.70	diperbesar
Mlaten Tenggulun (ka)	1.00	1.60	1.00	1.70	diperbesar
Mlaten Tenggulun (ki)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Mlati Baru (ki) (ka)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Ngembun (ki)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Demang Banyu (ki)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Pengapon (ki)	0.60	0.60	0.60	0.70	diperbesar
Demang Banyu (ka)	0.60	0.60	0.60	0.70	tetap
Wido Harjo (ki) (Ka)	0.50	0.60	0.50	0.70	diperbesar

Dari perhitungan tersebut didapatkan bahwa sebagian besar saluran tersier di kawasan perlu diperbesar, penambahan saluran baru dan juga normalisasi saluran.

Selain dengan memperbaiki saluran tersier, perlu dilakukan analisis kebutuhan kolam retensi dan pompa untuk menunjang sistem drainase pada kawasan. Kolam retensi difungsikan sebagai penampungan air dari saluran drainase yang menahan air ketika air laut pasang, diasumsikan pasang terjadi selama 12 jam. Volume kolam tando sebesar volume masuk (*inlet*) dikurangi dengan volume *outlet*. Selisih debit *inlet* dan *outlet* merupakan perubahan perubahan volume tandon. Rumus yang digunakan:[14]

$$Q_{banjir} = P + \frac{ds}{dt} \quad (4)$$

Keterangan:

$Q_{banjir} (inlet)$ = Air yang masuk tandon (m^3/dt)

P = Kapasitas pompa (*outlet*) (m^3/dt)

$\frac{ds}{dt}$ = Laju perubahan simpanan tandon

Untuk interval waktu t, persamaan tandon banjir dapat dituliskan:

$$0.5 (Q_{banjir1} + Q_{banjir2})t + (S_1 - 0.5 P_1 t) = (S_2 + 0.5 P_2 t) \quad (5)$$

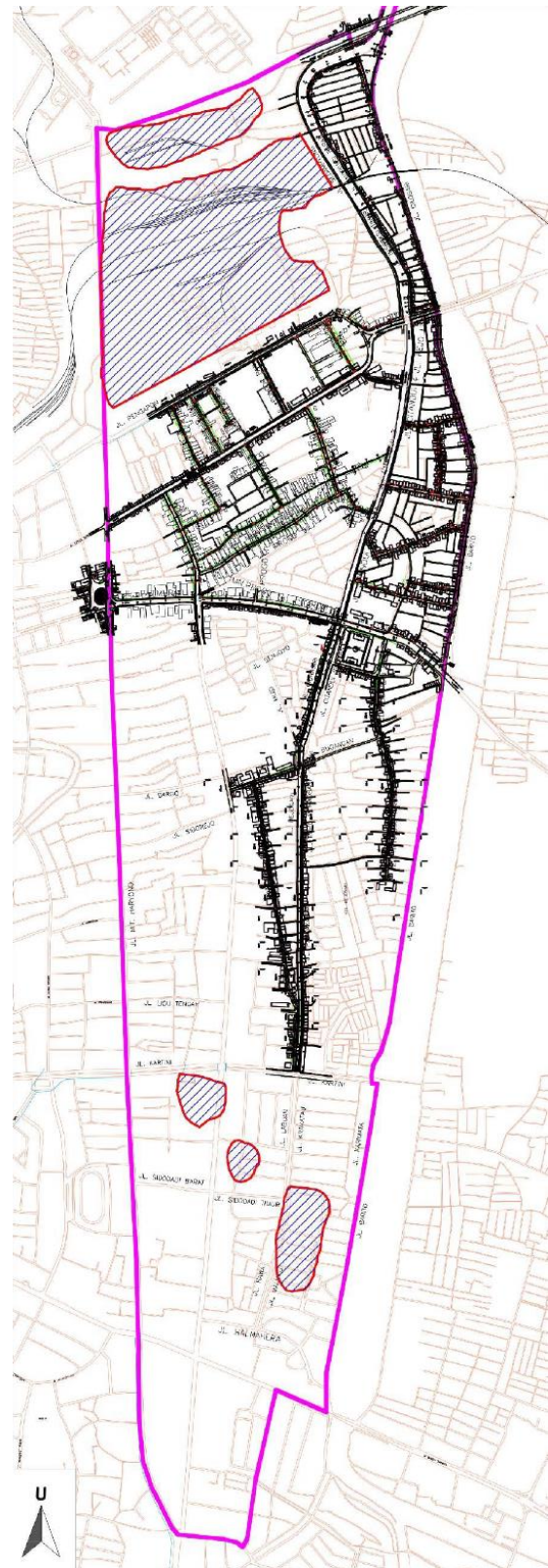
Tabel 7 Perhitungan Kebutuhan Kolam dan Kapasitas Pompa

Durasi	Periode 10 th (163.82 mm/hari)	Kapasitas Pompa	Air Dalam Kolam Retensi	
			Vol Air Masuk (m^3)	10 m^3/dt menit
Menit	Jam	R10		
5	0.08	297.67	137,195	3,000
10	0.17	187.52	172,854	6,000
15	0.25	143.11	197,869	9,000
20	0.33	118.13	217,783	12,000
30	0.50	90.15	249,299	18,000
60	1.00	56.79	314,097	36,000
120	2.00	35.78	395,768	72,000
180	3.00	27.30	453,007	108,000
240	4.00	22.54	498,598	144,000
300	5.00	19.42	537,099	180,000
330	5.50	18.23	554,436	198,000
360	6.00	17.20	540,753	216,000
420	7.00	15.52	600,846	252,000
480	8.00	14.20	628,195	288,000
540	9.00	13.13	653,349	324,000
600	10.00	12.24	676,702	360,000

Durasi		Periode 10 th (163.82 mm/hari)	Kapasitas Pompa	Air Dalam Kolam Retensi	
Menit	Jam	R10	Vol Air Masuk (m ³)	10 m ³ /dt menit	
660	11.00	11.48	698,546	396,000	302,546
720	12.00	10.84	719,103	432,000	287,103
780	13.00	10.27	738,548	468,000	270,548
840	14.00	9.78	757,019	504,000	253,019
900	15.00	9.34	774,630	540,000	234,630
960	16.00	8.94	791,475	576,000	215,475
1020	17.00	8.59	807,632	612,000	195,632
1080	18.00	8.27	823,168	648,000	175,168
Kapasitas kolam yang diperlukan				357,099	
Kapasitas <i>Long Storage</i> (existing)				225,060	
Kebutuhan Tambahan Kolam Retensi/Long Storage				132,039	

Dengan periode ulang 10 tahun dan kapasitas pompa 10 m³/dt maka volume kolam tando yang diperlukan sebesar 357.009 m³. Kapasitas tampungan (*long storage*) yang tersedia saat ini adalah sebesar 225.060 m³. Maka direkomendasikan untuk menambah volume tampungan sebesar 132.039 m³, bisa dengan memperdalam Sungai Banger atau dengan penambahan kolam retensi.

Berdasarkan hasil inventori, terdapat banyak saluran yang tidak terpelihara dengan baik antara lain mengalami sedimentasi, tertutup oleh bangunan, tertutup tanaman/rumput dan banyak sampah. Jadi untuk keberlangsungan fungsi Polder Banger sebagai upaya mengatasi genangan air di kawasan, maka diperlukan operasi dan pemeliharaan yang memadai dengan melakukan pengerukan sedimentasi karena endapan lumpur terjadi di sepanjang saluran dalam sub sistem ini, terutama pada saluran drainase tersier. Apabila infrastruktur drainase beserta operasi dan pemeliharaan tersebut di atas dapat terpenuhi, maka terdapat pengurangan genangan banjir pada kawasan sebesar 76,5 Ha (55% dari luas total genangan), yaitu dari semula seluas 138,9 Ha menjadi 62,4 Ha. Gambar 3 menunjukkan pengurangan area genangan setelah dilakukan normalisasi saluran.



Gambar 3 Area Genangan Air pada Sub Das Banger setelah dilakukan normalisasi

Selain dengan menggunakan sistem drainase konvensional, perlu juga untuk mempertimbangkan penggunaan *ecological drainase (eco-drainase)*, dimana konsep ini merupakan upaya meresapkan air hujan yang jatuh akan dialirkan langsung pada sistem resapan air. Diharapkan dengan adanya konservasi air hujan dapat membantu mengisi cadangan air tanah, sehingga secara tidak langsung akan bermanfaat mencegah penurunan muka tanah dan bahaya banjir.[15]

Salah satu alternatif eco-drainase yang bisa diterapkan untuk wilayah pesisir yang memiliki permukaan air tanah dangkal adalah pipa resapan air horisontal (PRH), yaitu merupakan bangunan yang berfungsi untuk meresapkan air permukaan ke dalam tanah dan dipasang secara horisontal. PRH memiliki dimensi panjang dan tidak dibatasi oleh kedalaman air tanah. Debit resapan PRH lebih besar daripada pipa resapan vertikal (PRV) seperti sumur resapan dan biopori.[16] Untuk penerapan konsep eco-drainase dapat dipasang 4 buah pipa resapan horisontal di Jalan Purwosari untuk mengurangi/mengelola aliran air hujan untuk diresapkan.



Gambar 4 Lokasi Penempatan Pipa Resapan Horisontal

KESIMPULAN

Berdasarkan inventori dan analisis diatas, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi infrastruktur saluran drainase pada kawasan Sub Sistem Sungai Banger secara umum pada saluran primer dan saluran sekunder sudah cukup baik (kerusakan 10%-12%). Sedangkan pada saluran tersier, permasalahan utama yang dijumpai adalah kondisi saluran kotor (tertutup sampah, rumput, daun dll) dan sedimentasi sehingga mengakibatkan saluran macet. Oleh karena itu diperlukan upaya pembersihan saluran dari sampah dll dan pengerukan sedimen.
2. Untuk mengurangi luas genangan air pada kawasan Sub Sistem Sungai Banger (Polder banger), dengan tetap menggunakan kapasitas pompa 10 m³/dt, diperlukan tambahan volume kolam retensi/*long storage* (dengan memperdalam Sungai Banger) sebesar 132.039 m³, melakukan normalisasi saluran sekunder, dan pada saluran tersier dengan memperbesar dimensi saluran, normalisasi dan penambahan saluran baru di sepanjang 14,2 km (58% dari total 24,6 km saluran tersier). Didapatkan hasil penurunan luas genangan sebesar 76,5 Ha (55%) yaitu dari semula seluas 138,9 Ha menjadi 62,4 Ha.

Saran

Untuk mengatasi permasalahan genangan air secara menyeluruh, diperlukan studi lebih lanjut di lokasi saluran tersier yang belum tertangani sepanjang 10,4 km dan efektifitas penerapan eco-drainase dengan Pipa Resapan Horisontal (PRH) atau alternatif lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan yang diberikan oleh BPPW Jawa Tengah, Pemerintah Kota Semarang, Balai PSDA Provinsi Jawa Tengah dan stakeholder terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Marfai, *Banjir pesisir: kajian dinamika pesisir Semarang*, Cetakan pertama. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014.
- [2] D. A. Arif, S. R. Giyarsih, dan D. Mardiatna, "Kerentanan Masyarakat Perkotaan terhadap Bahaya Banjir di Kelurahan Legok, Kecamatan Telanipura, Kota Jambi," *Maj.*

- Geogr. Indones.*, vol. 31, no. 2, hlm. 79, Des 2017, doi: 10.22146/mgi.29779.
- [3] L. Lindawati, P. Irawan, dan R. Nursani, "EVALUASI SISTEM DRAINASE DALAM UPAYA PENGGULANGAN BANJIR DI JALAN A.H NASUTION KOTA TASIKMALAYA MENGGUNAKAN PROGRAM EPA SWMM 5.," 2021.
- [4] D. P. Suadnya, J. S. F. Sumarauw, dan T. Mananoma, "ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR BANJIR SUNGAI SARIO DI TITIK KAWASAN CITRALAND," 2017.
- [5] Ikhwanudin, S. I. Wahyudi, dan Soedarsono, "Methods for Handling Rob Floods in the Banger River Basin in Semarang City," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1625, no. 1, hlm. 012041, Sep 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1625/1/012041.
- [6] N. Ikhsyan, C. Muryani, dan P. Rintayati, "ANALISIS SEBARAN, DAMPAK DAN ADAPTASI MASYARAKAT TERHADAP BANJIR ROB DI KECAMATAN SEMARANG TIMUR DAN KECAMATAN GAYAMSARI KOTA SEMARANG," vol. 3, no. 2, 2017.
- [7] J. Zulfan dan M. A. Hana, "PENGELOLAAN POLDER BANGER BERBASIS KEBERSAMAAN ANTAR STAKEHOLDER," 2013.
- [8] L. Ley, *Building on borrowed time: rising seas and failing infrastructure in Semarang*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2021.
- [9] M. Dwiputri, S. Aisha, dan R. Mentari, "EVALUASI SISTEM DRAINASE POLDER KOTA SEMARANG DILIHAT DARI SUDUT PANDANG KOTA RAWAN BENCANA BANJIR," *RUSTIC*, vol. 1, no. 2, hlm. 1-9, Jun 2021, doi: 10.32546/rustic.v1i2.714.
- [10] D. A. Saputra, "PERAN KELEMBAGAAN NON STRUKTURAL DALAM PRAKTIK DESENTRALISASI: STUDI KASUS PADA BPK2L, BPPB SIMA DAN DP2K KOTA SEMARANG".
- [11] H. Nugroho, D. Kurniani, M. Asiska, dan N. Nuraini, "Kajian Kinerja Sistem Polder sebagai Model Pengembangan Drainase Kota Semarang Bagian Bawah dengan Balanced Scorecard," *MEDIA Komun. Tek. SIPIL*, vol. 22, no. 1, hlm. 43, Okt 2016, doi: 10.14710/mkts.v22i1.12508.
- [12] R. A. Vos, "Bachelorthesis Rindert Vos - The Awareness of Residents of kemijen, Semarang and Their Action Against The Flooding Problems.pdf." Radboud University of Nijmegen, 28 Juni 2018.
- [13] A. Fahraini, "ANALISIS KEANDALAN METODE ANALISA FREKUENSI DAN INTENSITAS HUJAN BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN KLIMATOLOGI BANJARBARU," vol. 9, no. 1, 2020.
- [14] S. I. Wahyudi dan H. P. Adi, *Drainase Sistem Polder*, 1 ed. EF Press Digimedia, 2016.
- [15] R. Fitria, H. Rahmayanti, dan B. Sumargo, "Pemodelan Sistem Dinamik Eco-Drainage di Wilayah Tanah Basah (Studi Kasus Kawasan Kelapa Gading DKI Jakarta)," *Rekayasa*, vol. 15, no. 2, hlm. 121-128, Agu 2022, doi: 10.21107/rekayasa.v15i2.15057.
- [16] E. Susilo, H. Purwanti, dan S. Pinandita, "STUDI PENANGANAN GENANGAN BANJIR DAN ROB SUNGAI MEDURI-BREMI KOTA PEKALONGAN," *J. LITBANG KOTA PEKALONGAN*, vol. 20, no. 2, 2022, doi: 10.54911/litbang.v20i2.224.