

KAJIAN OPERASIONAL SISTEM POLDER UNTUK PENANGANAN BANJIR DAN ROB DI KAWASAN GENUK SEMARANG

Henny Pratiwi Adi^{1,*}, S. Imam Wahyudi¹

¹)Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Jln. Raya Kaligawe Km.4, Kota Semarang 50112

^{*}Email: henni@unissula.ac.id

Abstract

The Kaligawe Genuk area is the main route for the North Coast (Pantura) of Java. The area is the gateway to the city of Semarang from the east direction. Since 2005, this area has frequently had floods caused by tides (tidal floods) and rainfall. The Central Government, supported by the Semarang City Government, built the Kali Tenggang and Sringin Polder systems from 2016 to 2019. In terms of capacity, this system is not yet perfect for dealing with floods, and it requires efforts so that the system can be operated optimally. This study activity aims to simulate rainfall flow rate, the pump capacity, and the retention pond. The simulation results will become the basis for the development of the polder system operational manual. The implementation method collects secondary rainfall data, reviewing the condition of a catchment area, retention pond, and pump station. Focus group discussion with stakeholders done in the Kaligawe Genuk area. The location of the activity is more focused on the Kali Sringin area. This study produces tables and graphs of pump capacity simulation, retention ponds, and an operational manual for the Sringin Polder system. It is hoped that this guideline will become the basis for the polder system's sustainable operations.

Kata kunci : *tidal flood, polder, guidelines, operations*

PENDAHULUAN

Kota Semarang memiliki posisi yang penting sebagai ibukota Propinsi Jawa Tengah, dan juga sebagai kota pemerintahan, perdagangan dan industri. Kota Semarang dilalui jalur lalu lintas pantai utara (Pantura) yang sangat penting dalam perekonomian secara nasional. Kawasan Genuk merupakan wilayah yang berada pada salah satu jalur utama (nasional) pantura dan sekaligus pintu gerbang Kota Semarang dari arah timur (Wahyudi S.I. , 2007).

Sejak tahun 2002, lalu lintas jalur ini sering lumpuh karena mengalami banjir/genangan dan rob. Kerugian akibat dari adanya banjir/genangan dan rob semakin serius dan meningkat serta mengakibatkan kemacetan, kerusakan jalan, lingkungan dan gangguan aktivitas ekonomi berskala nasional. (Sahid et al., 2018) and (Wahyudi, S. I. et al. 2012).

Pemerintah pusat didukung oleh pemerintah Kota Semarang, membangun sistem Polder Kali Tenggang dan Sringin pada tahun

Tahun 2016 sampai 2019. Secara kapasitas, sistem polder ini belum sempurna, namun tetap harus diupayakan agar dapat dioperasikan secara optimal. Diperlukan partisipasi masyarakat dalam menjaga dan mengoperasikan sistem polder. (Adi et al., 2018). Masalah utama yang dihadapi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan Polder Sringin adalah belum tersusun inventarisasi komponen stasiun pompa, data jaringan dan kolam retensi air serta belum tersusun tahapan kegiatan pelaksanaan operasional stasiun pompa, jaringan saluran dan kolam retensi (Boogaard, F. et al., 2017). Untuk memecahkan permasalahan kawasan Polder Sringin, terhadap ancaman banjir dan rob memerlukan pedoman yang disepakati bersama oleh pemerintah dan masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan tersebut, terhadap komponen stasiun pompa, jaringan saluran drainase dan kolam retensi air. (Liao et al., 2016). Kegiatan ini bertujuan untuk membuat simulasi kapasitas pompa dan kolam retensi yang kemudian menjadi dasar penyusunan manual operasional sistem Polder.

METODE PENELITIAN

Pemecahan permasalahan area pasang laut sistem Tenggang dan Sringin dilakukan dengan beberapa metode pelaksanaan yang dilakukan secara bersama-sama, yaitu: menyusun inventarisasi tiap komponen dalam sistem polder yang meliputi stasiun pompa, jaringan saluran drainase dan kolam tampungan air, membuat

perumusan pedoman operasional dan pemeliharaan untuk komponen stasiun pompa, jaringan saluran drainase dan kolam tampungan air, sosialisasi terhadap pedoman operasional dan pemeliharaan yang sudah disusun, sehingga pelaksana dan masyarakat dapat memahami dalam implementasi di lapangan. (Adi H.P. et al., 2018)

Metode pelaksanaan kegiatan ini yaitu mengumpulkan data sekunder curah hujan, meninjau kondisi *catchment area*, kolam retensi dan rumah pompa, serta melakukan diskusi dengan *stake holder* diantaranya masyarakat di area Kaligawe Genuk, Semarang. *Catchment area* dihitung dengan menggunakan digitasi GIS. Curah hujan diambil dari Data curah hujan dari Stasiun Pucang Gading, Karangroto, Sumur jurang, Candi Dukuh dan Simongan selama 16 tahun terakhir (2002-2018). Analisis curah hujan menggunakan Nakayatsu, kemudian simulasi menggunakan metode ukeseimbangan *inflow*, *outflow* dan tampungan.

Metode penelitian ini juga menyampaikan gambaran sistem drainase di kawasan Kaligawe, Kecamatan Genuk, Kecamatan Pedurungan dan Kecapatan Gayamsari. Jaringan drainase di Kawasan Kaligawe dialirkan ke Kali Tenggang yang memiliki *catchment area* sekitar 2400 Ha dan Kali Sringin yang memiliki *catchment area* sekitar 1500 Ha. Secara garis besar Kali Sringin menerima dari dua aliran yaitu aliran Kali Sringin Baru (berasal dari lokasi Banjardowo, Jalan Wolter Monginsidi sebelah timur dan area pasar Genuk),

serta Kali Sringin Lama (berasal dari aliran lokasi Jalan Wolter Monginsidi sebelah barat, Kecamatan Genuk dan sepanjang Jalan Gebang Anom sebelah barat). Berdasarkan elevasi jalan dan

lingkungan yang elevasinya di bawah muka air laut. (Marfai et al., 2007). Lokasi kawasan dan letak pompa hilir Sringin ada dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kawasan Kaligawe dan Lokasi Pompa Hilir

Dalam hal pengendalian banjir Kota Semarang, fungsi pompa adalah melindungi suatu kawasan/wilayah akibat banjir. Kawasan yang dimaksud disini adalah Kaligawe yang setiap musim hujan terkena dampak banjir. Sesuai dengan yang ditetapkan dalam perencanaan maka untuk penanggulangan hal tersebut, perlu dibangun beberapa stasiun pompa baru serta memanfaatkan pompa lama, antara lain : Stasiun pompa sringin berada di hilir kali Sringin dengan jumlah pompa 5 x 2 m³/dt berfungsi untuk mengurangi debit kali Sringin di saat banjir ke laut; Stasiun Pompa Sringin-Babon dengan jumlah pompa 2 x 0,25 m³/dt (baru) berfungsi untuk mengurangi debit kali sringin, dengan memompa air kali sringin ke kali Babon; Stasiun pompa Banjardowo terletak di Pasar Banjardowo dengan

jumlah pompa 1 x 0,6 m³/dt (baru), yang berfungsi untuk mengurangi debit Kali Sringin dengan memompa air dari Polder Banjardowo ke Kali Babon.

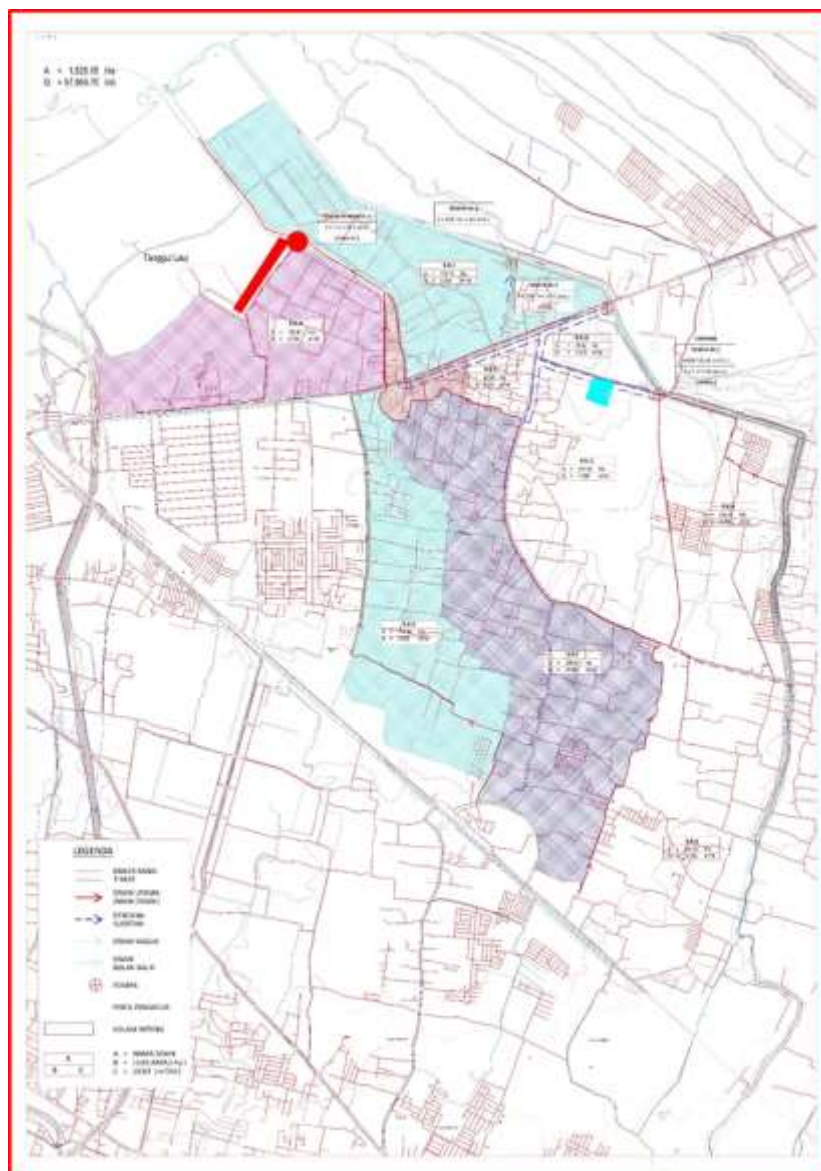
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data primer dan sekunder, dapat disusun simulasi kapasitas tampungan dan operasional pompa sistem Polder Sringin. Kemudian berdasar atas simulasi tersebut disusun pola operasional sistem polder dan beberapa infrastruktur yang mendukung. Berikut akan disampaikan terlebih dahulu hasil simulasi kapasitas kolam retensi dan pompa, kemudian pola operasional sistem drainase Kali Sringin.

Simulasi Kapasitas Pompa dan tampungan air di Sistem Sringin

Catchment area Sringin secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu area hulu yang air hujan yang dibuang ke Sungai Babon melalui pompa di Banjardowo dan Karangroto, serta yang dibuang di hilir Kali Sringin. Berdasarkan atas pengamatan lapangan

dan data peta digital didapat luas *catchment area* 804,74 Ha. Luas *catchment area* ini meliputi area di kawasan Terminal Terboyo, Kampus Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA), dan sebagian sisi hilir dari Sungai Sringin, sesuai Gambar 2.



Gambar 2. *Catchment Area* Sistem Pompa Sringin Hilir

Untuk lahan tampungan diestimasi luas *long storage*: 5% dari luas area ditambah kapasitas *long storage*

Sringin: 43,69 Ha, kedalaman rata-rata eksisting 2 m, volume kolam yang dapat disediakan 873.801,20 m³. Data

teknis pompa di sistem Kali Sringin yaitu 10 m³/detik. Elevasi di kolam pompa dijaga pada elevasi – 0,5 m dan elevasi jalan sekitar elevasi 1.00 serta elevasi parapet sekitar 1.5 m. Untuk itu air dijaga pada saat hujan tidak menggenangi jalan.

Berdasarkan atas data curah hujan di area Sringin, kapasitas pompa yang tersedia, serta beberapa kolam tampungan air yang berupa kolam retensi dan *long storage* dari sungai dan saluran yang ada. (Rudiarto et al., 2018) hasil simulasi dituangkan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Simulasi Kolam Retensi Sringin Hilir

Periode Routing	Waktu Routing (menit)	Qbanjir (m3/detik)	Qbanjir (m3/mnt)	Qpompa (m3/mnt)	Outflow (m3/mnt)	Vol akhir m3	Storage m3	EMA m	Kondisi Lingk	Qbanjir (m3/detik)
0	0		0				546125,8	-0,25		
1	60	11,07	664	360	304	18247	564372,8	-0,21	Aman	6
2	120	33,39	3003	480	1523	91403	655776,2	0,00	Aman	8
3	180	53,84	3170	600	2570	154219	809995,0	0,35	Aman	10
4	240	49,87	2992	600	2392	143535	953529,6	0,68	Awas	10
5	300	33,75	2025	600	1425	85513	1039042,6	0,88	Awas	10
6	360	23,30	1398	480	918	55097	1094139,8	1,00	Awas	8
7	420	18,17	970	360	610	36628	1130767,5	1,09	Awas	6
8	480	11,33	680	360	320	19204	1149971,6	1,13	Awas	6
9	540	7,87	472	360	112	6744	1156715,3	1,15	Awas	6
10	600	5,25	315	360	-45	-2693	1154022,2	1,14	Awas	6
11	660	3,59	215	480	-265	-15875	1138149,5	1,11	Awas	8
12	720	2,28	137	600	-463	-27777	1110372,5	1,04	Awas	10
13	780	1,45	87	600	-513	-30769	1079603,2	0,97	Awas	10
14	840	0,92	55	600	-545	-32673	1046930,4	0,90	Awas	10
15	900	0,59	35	600	-565	-33844	1013046,9	0,82	Awas	10
16	960	0,37	221	480	-458	-27454	985593,2	0,76	Awas	8
17	1020	0,24	14	360	-346	-20744	964849,6	0,71	Awas	8
18	1080	0,15	9	360	-351	-21055	943794,3	0,66	Awas	6
19	1140	0,10	6	360	-354	-21255	922540,8	0,61	Awas	6
20	1200	0,06	4	360	-356	-21380	901161,2	0,56	Awas	6
21	1260	0,04	2	480	-478	-28660	872501,5	0,50	Aman	8
22	1320	0,02	1	600	-599	-35911	836590,6	0,41	Aman	10
23	1380	0,02	1	600	-599	-35943	800647,4	0,33	Aman	10
24	1440	0,01	1	600	-599	-35964	764683,5	0,25	Aman	10
25	1500	0,01	0	600	-600	-35977	728706,4	0,17	Aman	10
26	1560	0,00	0	480	-480	-28785	699921,0	0,10	Aman	8
27	1620	0,00	0	360	-360	-21591	678330,3	0,05	Aman	6
28	1680	0,00	0	360	-360	-21594	656736,2	0,00	Aman	6
29	1740	0,00	0	360	-360	-21596	635140,0	-0,05	Aman	6
30	1800	0,00	0	360	-360	-21598	613542,4	-0,10	Aman	6
31	1860	0,00	0	480	-480	-28798	584743,9	-0,16	Aman	8
32	1920	0,00	0	600	-600	-55999	548744,8	-0,24	Aman	10
33	1980	0,00	0	600	-600	-55999	512745,5	-0,35	Aman	10
34	2040	0,00	0	600	-600	-36000	476745,9	-0,41	Aman	10
35	2100	0,00	0	600	-600	36000	440746,1	-0,49	Aman	10
36	2160	0,00	0	120	-120	-7200	433546,3	-0,51	Aman	2

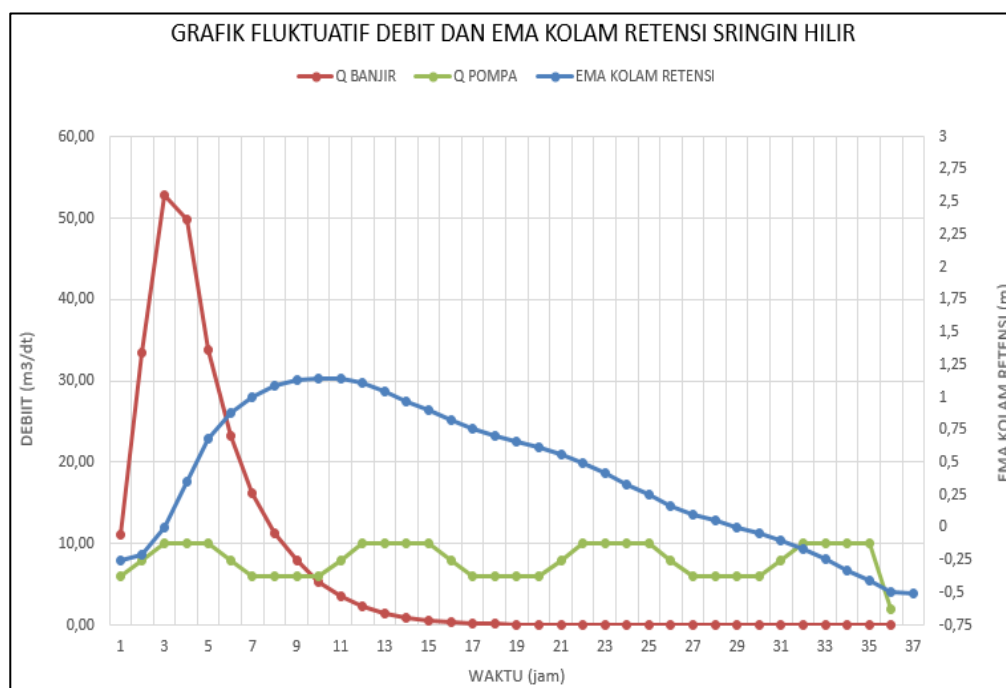
Debit banjir dianalisis dengan menggunakan metode Nakayatsu dengan perbandingan kondisi di Semarang (Damayanti et al., 2017). Kemudian debit dikonversi dalam volume dengan pengali waktu. Resultan air dimasukkan dalam tampungan (*storage*), elevasi dalam tampungan dievaluasi terhadap kondisi

lingkungan dan elevasi kawasan yang dilayani. Untuk menurunkan elevasi air diperlukan kapasitas pompa untuk membuat air ke laut.

Untuk memperjelas hasil simulasi, berikut disampaikan grafik yang menggambarkan dalam fungsi waktu dari debit air hujan, kapasitas pompa dan elevasi air yang dihasilkan. Elevasi

air ini digunakan sebagai indikasi genangan yang ditimbulkan. Berikut

grafik hasil simulasi di Gambar 3.



Gambar 3. Simulasi Kolam Retensi Sringin Hilir

Berdasarkan Gambar 3, elevasi air masih mencapai elevasi muka air (EMA) +1,00, sehingga kapasitas pompa dan kolam retensi perlu ditingkatkan untuk kala ulang banjir 25 tahun. (Sherly et al., 2016). Untuk Kala ulang tahunan dan lima tahunan, elevasi maksimum dapat dikendalikan di elevasi +0,50 m.

Pedoman Pengoperasian Stasiun Pompa

Pengoperasian stasiun pompa terdiri dari kegiatan sehari-hari yang diperlukan untuk memfungsikan stasiun pompa, meliputi : memeriksa secara otomatis *on / off switch* generator dan pompa (*switch on/off* secara manual); pencatatan jam operasional, mengatur elevasi air di musim penghujan, mengatur elevasi air

di musim kemarau, pengecekan tangki bahan bakar dan pengisian bahan bakar, menjaga keamanan wilayah stasiun pompa dari genangan. (Andrea G. et al., 2016).

Pada prinsipnya, pompa dan generator akan dihidupkan dan dimatikan secara otomatis, sesuai dengan rencana kontrol elevasi yang disepakati. Pompa yang digunakan pada Sistem Sringin (Bendung Sringin 5 x 2 m³/dt, pompa Sringin-Babon 2 x 0,25 m³/dt, pompa Banjardowo 0,5 m³/dt). Pencatatan jam operasional harus dilakukan untuk mengetahui aktivitas pada pompa. Kontrol elevasi untuk pengaktifan pompa on/ off pompa sringin sesuai dengan tingkat elevasi air pada kolam retensi. Elevasi air di kolam retensi existing saat ini dijaga pada elevasi ± 0.25. Kontrol

elevasi dalam menghidupkan atau mematikan (on/off) pompa dibagi dua sesuai dengan musim, yaitu pada

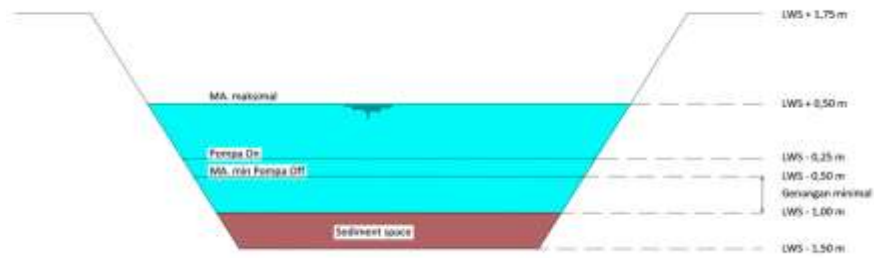
musim kemarau dan musim hujan, dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kontrol Elevasi Air bendung Sringin

Operasi Stasiun Pompa		Elevasi
Level mulai operasi (musim kemarau)	rencana	+0,50
	eksisting	+0,50
Level berhenti operasi (musim kemarau)	rencana	±0,00
	eksisting	+0,25
Level mulai operasi (musim hujan)	rencana	+0,50
	eksisting	+0,50
Level berhenti operasi (musim hujan)	rencana	±0,00
	eksisting	+0,25

Sebagai keterangan tambahan, rencana adalah operasi pompa pada saat kondisi sistem pompa sudah terpasang. Eksisting adalah operasi pompa yang mereferensi kondisi pada masa konstruksi. Beberapa elevasi penting dijelaskan dalam Gambar 4. Elevasi didasarkan dengan Semarang Peil baru dengan asumsi +0.00 adalah kondisi tinggi air surut. Dasar saluran atau kolam tampungan ada di - 1,50 m, elevasi air dijaga pada elevasi +0,50, supaya lahan di kawasan tidak tergenang, kemudian elevasi tanggul dibuat +1,75 m. Untuk memudahkan pengoperasian pompa perlu dibuat tabel yang mudah dipahami oleh operator di lapangan, juga disosialisasikan kepada perwakilan masyarakat serta pemangku kepentingan, sehingga dapat saling mengingatkan (Buchori et al., 2018). Tabel 3 menunjukkan kontrol operasional pompa Kali Sringin.

Untuk dapat memonitor operasional pompa per hari perlu dibuat tabel operasional pompa harian. Tabel operasional pompa harian sangat bermanfaat untuk memantau kondisi riil pompa di lapangan saat beroperasi. Dimana di dalam tabel tersebut berisikan jam mulai operasi, jam berhenti operasi dan jumlah volume yang dipompa selama operasional, sesuai pengelolaan dalam *storage management*. (De Paola & Marini, 2011). Dengan jumlah pompa 5 yang masing-masing berkapasitas 2 m³/detik, kemudian dibuat Tabel 4 untuk operasional saat hujan maksimum. Berdasarkan Tabel 4 dapat dijelaskan jam operasional pompa selama 24 jam. Pompa perlu istirahat 1 jam setelah kerja selama 8 jam. Pedoman operasional ini dapat dilanjutkan selama genangan dan hujan masih berlanjut, dan dihentikan saat hujan reda dan elevasi air di -0,50 m.



Gambar 4. Kontrol Elevasi saat Hujan

Tabel 3. Operasional Pompa Berdasar Elevasi Air di Hulu Bendung

ELEVASI (m ³)	KONDISI		
	EKSISTING	MUSIM HUJAN	MUSIM KEMARAU
+0,50	ON		ON
+0,25	OPERASI POMPA OFF		OPERASI POMPA OFF
0,00	GENANGAN MINIMAL	ON	GENANGAN MINIMAL
-0,25		OPERASI POMPA OFF	
-0,50		GENANGAN MINIMAL	
-0,75		GENANGAN MINIMAL	
-1,00			
-1,25	SEDIMENTASI		
-1,50	SEDIMENTASI		

Tabel 4. Simulasi Kerja Pompa Sringin Hilir

Pompa	I	II	III	IV	V	Debit Pompa m ³ /detik
Jam						
1	■					6
2	■					8
3						10
4						10
5						10
6						10
7					■	8
8				■	■	6
9				■		6
10		■				6
11	■					6
12	■					8
13						10
14						10
15						10
16						10
17					■	8
18				■	■	6
19				■		6
20	■					6
21	■	■				6
22	■					8
23						10
24						10

Keterangan:
 : Pompa hidup
 : Pompa mati

SIMPULAN

Kondisi banjir rob di Kawasan Kaligawe menimbulkan gangguan transportasi, aktivitas ekonomi, lingkungan Industri, Lingkungan Permukiman dan Lingkungan pendidikan serta fasilitas kesehatan, sehingga perlu secepatnya ditangani. Sistem Polder kali Sringin yang dibangun akan dapat berfungsi bila dilakukan berdasar pedoman yang valid dan mudah diterapkan. Penelitian ini menghasilkan simulasi kapasitas pompa berdasarkan luas *catchment area*, luas kolam retensi dan kondisi elevasi air di tampungan dan saluran. Kegiatan ini menghasilkan pedoman operasional sistem pompa di area Sringin yang diharapkan dapat dimanfaatkan oleh operator dan dipahami oleh pemangku kepentingan, serta masyarakat secara luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada semua pihak yang membantu penelitian ini. Diantaranya adalah DRPM KemenRistek BRIN Tahun 2020 melalui skema Penelitian Terapan dengan Nomor Kontrak 174.c/B.1/SA-LPPM/III/2000 dan Penelitian internal dengan pendanaan dari LPPM UNISSULA Tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, H.P., & Wahyudi, S.I., 2018, Tidal Flood Handling through Community Participation in Drainage Management System (A case study of the first water board in Indonesia). *International Journal of Integrated Engineering, Special Issue 2018: Civil & Environmental Engineering*, 10, 19–23.
- Andrea G. Capodaglio, Paolo Ghilardi, & Joanna Boguniewicz-Zab/ocka, 2016, New paradigms in urban water management for conservation and sustainability. *Water Practice and Technology*, 11(1), 176–186. <https://doi.org/10.2166/wpt.2016.022>
- Boogaard, F., Heikoop, R., Boer, E., & Palsma, M., 2017, Effective International Knowledge Exchange to Rehabilitate Rivers in Urban Delta's with RDM approach. In *MATEC Web of Conferences* (p.13-19).
- Buchori, I., Pramitasari, A., Sugiri, A., Maryono, M., Basuki, Y., & Sejati, A.W., 2018, Adaptation to coastal flooding and inundation: Mitigations and migration pattern in Semarang City, Indonesia. *Ocean and Coastal Management*, Vol. 163. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman>.
- Damayanti, L.D., Syafarini, H., Darsono, S., 2017, Perencanaan Sistem Drainase Wilayah Tawang Sari dan Tawang Mas Semarang Barat. *Karya Teknik Sipil*, 6(2), 194–203.
- De Paola, F., & Marini, G., 2011, Experimental Research on Floodplain Storage Inundation: Preliminary Results. *Energy and Environment Research*, 1(1), 53–60. <https://doi.org/10.5539/eer.v1n1p>

- Liao, K.H., Le, T.A., & Nguyen, K. Van, 2016, Urban design principles for flood resilience: Learning from the ecological wisdom of living with floods in the Vietnamese Mekong Delta. *Landscape and Urban Planning*, 155-163.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.01.014>
- Marfai, M.A., & King, L., 2007, Monitoring land subsidence in Semarang, Indonesia. *Environmental Geology*, 53(3), 651–659.
<https://doi.org/10.1007/s00254-007-0680-3>
- Rudiarto, I., Handayani, W., & Setyono, J.S., 2018, A regional perspective on urbanization and climate-related disasters in the northern coastal region of central Java, Indonesia. *Land MPDI*, 7(1).
<https://doi.org/10.3390/land7010034>
- Sahid, I., Putra, W., Hermawan, F., Utomo, J., Hatmoko, D., 2020, Penilaian kerusakan dan kerugian infrastruktur publik akibat dampak bencana banjir di kota semarang. *J. Wahana T. Sipil, Polines*. Vol 25, no 2. 86-97
- Sherly, M.A., Karmakar, S., Chan, T., & Rau, C., 2016, Design Rainfall Framework Using Multivariate Parametric-Nonparametric Approach. *Journal of Hydrologic Engineering*, 21 (1).
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001256](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001256)
- Wahyudi, S.I., Ni'am, M.F., & Le Bras Gilbert, 2012, Problems, Causes and Handling Analysis of Tidal Flood, Erosion and Sedimentation in Northern Coast of Central Java: Review and Recommendation. *International Journal of Civil & Environmental Engineering*, 12(4), 65–69.
- Wahyudi S.I., 2007, Tingkat Pengaruh Elevasi Pasang Laut Terhadap Banjir dan Rob di Kawasan Kaligawe Semarang. *Riptek*, 1(1), 27–34.