

KAJIAN PENGENDALIAN BANJIR DI DAERAH CEKUNGAN DENGAN SISTEM POMPA (STUDI KASUS PERUMAHAN METLAND TAMBUN BEKASI)

Bakhtiar AB¹, Andrian Firmansyah², dan Didin Kusdian³

^{1, 2, 3} Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana, Bandung

Email: didin469@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Daerah perumahan Metland merupakan daerah *retention* atau merupakan daerah banjir yang terletak pada daerah hilir sungai Cibuntu dan sungai Cibeureum yang merupakan daerah pedataran dan cekungan dengan hamparan sawah-sawah dan perumahan. Kedua sungai tersebut sudah mengalami *meandering*, yang menyebabkan terhambatnya aliran sungai sehingga terjadinya *backwater* mengakibatkan meluapnya kedua sungai tersebut dan berakibat banjir pada daerah sekitarnya. Banjir ini akan diperparah apabila sungai Citarum juga ikut meluap. Tujuan penelitian untuk mengetahui seberapa besar nilai debit banjir dan evaluasi kapasitas pompa eksisting yang ada masih memadai atau tidak. Setelah dilakukan analisis perhitungan didapat nilai debit banjir periode ulang 2 tahun pada polder 1A sebesar 1,451 m³/detik, polder 1B sebesar 1,848 m³/detik, polder 2A sebesar 0,739 m³/detik, polder 2B sebesar 0,689 m³/detik, polder 2C sebesar 0,895 m³/detik, polder 2D 1 sebesar 0,608 m³/detik, dan polder 2D 2 sebesar 0,529 m³/detik. Pada kala ulang 10 Tahun, terjadi genangan pada polder 1A setinggi 13,04 cm, pada polder 1B setinggi 16,57 cm, dan pada polder 2C setinggi 11,06 cm. Kapasitas pompa untuk polder 1A, 1B, dan 2C pada kala ulang 10 Tahun sudah tidak memadai untuk menangani banjir yang ada. Alternatif penanganan masalah yaitu menambah kapasitas pompa. Untuk polder 1A ditambah pompa sebesar 1 x 12 m³/detik, pada polder 1B ditambah pompa sebesar 3 x 6 m³/detik dan 1 x 12 m³/detik, dan untuk polder 2C ditambah pompa sebesar 1 x 6 m³/detik.

Kata Kunci: Debit Banjir, Kapasitas Pompa dan Sistem Polder.

ABSTRACT

The Metland residential area is a retention area or a flood area located in the downstream area of the Cibuntu and Cibeureum rivers, which are plains and basins with rice fields and housing estates. The two rivers have experienced meandering, which has hampered the flow of the river so that the occurrence of backwater resulted in the overflow of the two rivers and resulted in flooding in the surrounding area. This flood will be exacerbated if the Citarum river also overflows. The purpose of the study was to find out how much the flood discharge value and the evaluation of the capacity of the existing pumps were adequate or not. After analyzing the calculation, it was found that the flood discharge value for a 2-year return period at polder 1A was 1,451 m³/second, polder 1B was 1,848 m³/second, polder 2A was 0.739 m³/second, polder 2B was 0.689 m³/second, and polder 2C was 0.895 m³/second, polder 2D 1 is 0.608 m³/second, and polder 2D 2 is 0.529 m³/second. At the 10-year return period, inundation occurred at polder 1A as high as 13.04 cm, at polder 1B as high as 16.57 cm, and at polder 2C as high as 11.06 cm. Pump capacity for polders 1A, 1B, and 2C at the return period 10 The year was not sufficient to deal with the existing floods. Alternative problem solving is to increase the pump capacity. For polder 1A, a pump of 1 x 12 m³/second is added, for polder 1B a pump is added of 3 x 6 m³/second and 1 x 12 m³/second, and for polder 2C a pump is added of 1 x 6 m³/second.

Keywords: Flood Discharge, Pump Capacity and Polder System.

1. PENDAHULUAN

Jika dirunut ke belakang, akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari pertumbuhan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi acak-acakan.

Pemanfaatan lahan yang tidak tertib inilah yang menyebabkan persoalan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks (Suripin, 2004).

Secara umum banjir merupakan suatu keluaran (*output*) dari hujan (*input*) yang mengalami proses dalam sistem lahan yang berupa luapan air yang berlebih. Dinamika perubahan cuaca yang ekstrim dan disparitas kondisi lingkungan daerah aliran sungai (DAS) telah memicu, sedangkan lemahnya

upaya pemeliharaan sistem juga menjadi pemacu terjadinya banjir. Dengan semakin berkembangnya pembangunan-pembangunan di Indonesia membuat berkurangnya lahan-lahan hijau. Ditambah dengan kurangnya kesadaran masyarakat akan lingkungan merupakan suatu masalah yang harus diperhatikan.

Pada prinsipnya, pengendalian banjir dilakukan dengan pengurangan debit yang harus dialirkan, meningkatkan kapasitas sungai penyalurnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam bidang konstruksi untuk menyelesaikan masalah ini adalah membuat sistem polder. Daerah perumahan Metland merupakan daerah *Retention* atau merupakan daerah Banjir yang terletak pada daerah hilir sungai Cibuntu dan sungai Cibeureum dan merupakan daerah pedataran dan cekungan dengan hamparan sawah-sawah dan perumahan.

Kedua sungai tersebut sudah mengalami meandaering, yang menyebabkan terhambatnya aliran sungai sehingga terjadinya *backwater* mengakibatkan meluapnya kedua sungai tersebut dan mengakibatkan banjir pada daerah sekitarnya. Banjir ini akan diperparah apabila sungai Citarum juga ikut meluap sehingga air dari kedua sungai tersebut tidak cepat surut. Pada sungai Cibeureum terjadi genangan maksimum setinggi pinggang ($\pm 0.40 - 0.5$ m) terutama untuk daerah Perumahan Metland Tambun Selatan ini. Untuk itu daerah ini perlu penanganan yang lebih efektif dalam mengatasi banjir, paling tidak kerusakan yang ditimbulkan dapat dikurangi baik fluktuasi banjir maupun lamanya banjir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Polder

Sistem polder adalah suatu cara penanganan banjir dengan kelengkapan bangunan sarana fisik, yang meliputi saluran drainase, kolam retensi, pompa air, yang dikendalikan sebagai satu kesatuan pengelolaan. Dengan sistem polder, maka lokasi rawan banjir akan dibatasi dengan jelas, sehingga elevasi muka air, debit dan volume air yang harus dikeluarkan dari sistem dapat dikendalikan. Oleh karena itu, sistem polder disebut juga sebagai sistem drainase yang terkendali. Sistem ini dipakai untuk daerah - daerah rendah dan daerah yang berupa cekungan, ketika air tidak dapat mengalir secara gravitasi. Agar daerah ini tidak tergenang, maka dibuat saluran yang mengelilingi cekungan. Air yang tertangkap dalam daerah cekungan itu sendiri ditampung di dalam suatu waduk, dan selanjutnya

dipompa ke kolam tampungan. (Rahmawati et al., 2017; Wahyudi & Adi, 2016)

2.2 Stasiun Pompa

Stasiun pompa merupakan sarana menaikkan air dari lokasi yang lebih rendah, baik untuk berbagai kebutuhan yang kontinu maupun untuk drainase yang tidak kontinu. Pompa drainase umumnya beroperasi pada saat terjadi banjir dan tinggi-tekanan serta debitnya berubah – ubah sepanjang waktu. Pemilihan pompa secara garis besarnya didasarkan pada fungsi pompa, jenis cairan yang akan dipompa, kapasitas dan tinggi-tekanan total (Sosrodarsono & Masateru, 1994; Lutfi & Taqwa, 2014)

2.3 Analisis Intensitas Hujan

Menurut Utomo dkk (2011), Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. Intensitas curah hujan (I) menyatakan besarnya curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam. Ada banyak metode untuk menghitung intensitas curah hujan seperti metode Dr. Mononobe yang merupakan sebuah variasi dari persamaan curah hujan jangka pendek. Dengan berasumsi bahwa rata-rata hujan di Indonesia berdurasi selama kurang lebih 6 jam. Perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan rumus empiris dari Dr. Mononobe adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995).

$$I = \frac{R_{24}}{t_c} \times \left[\frac{t_c}{t} \right]^{2/3} \quad \dots (1)$$

2.4 Penentuan Waktu Konsentrasi

Time concentration (T_c) adalah waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik *outlet* (Triatmodjo, 2008). Jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi maka setiap bagian daerah aliran secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah dengan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yaitu:

$$t_c = 0,06628 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad \dots (2)$$

2.5 Analisis Debit Banjir Rencana

Rumus yang dipakai untuk perhitungan debit aliran dapat ditentukan berdasarkan luasnya catchment area, yaitu sebagai berikut:

- a. Untuk *catchment area* < 25 km² (< 2.500 ha) dapat digunakan “metode Rational”.

- b. Untuk *catchment area* antara 25-100 km² (2.500-10.000 ha) dapat digunakan “metode Weduwen” atau “metode Haspers”.
- c. Untuk *catchment area* >100 km² (> 10.000 ha) dapat digunakan “metode Melchior”.

Pada penelitian ini sesuai dengan peraturan yang terlihat diatas maka untuk perhitungan debit banjir digunakan metode rasional. Berikut adalah rumus persamaan metode rasional:

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \quad \dots (3)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan mengambil wilayah studi di kawasan hunian Metland Tambun yang terletak di Desa Tambun, Kecamatan Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi, Propinsi Jawa Barat. Metland Tambun terletak di Arteri Jalan Raya Sultan Hasanudin dengan pilihan 3 pintu tol terdekat : Bekasi Timur, Tambun, Cibitung. Perumahan Metland Tambun merupakan satu dari produk properti PT. Metropolitan Land Tbk. (Metland) yang ada di Indonesia. Gambaran lokasi penelitian ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data-data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari instansi terkait serta kumpulan literatur lainnya yang berhubungan dengan judul penelitian. Data-data sekunder yang digunakan antara lain:

1. Peta topografi dan tataguna lahan di Kecamatan Tambun Kabupaten Bekasi.
2. Data curah hujan tahun 2009-2018 dan koordinat stasiun hujan dari BBWS Ciliwung Cisadane
3. Jenis kondisi tanah dari BBWS Ciliwung Cisadane

4. Data karakteristik DAS dari BBWS Ciliwung Cisadane

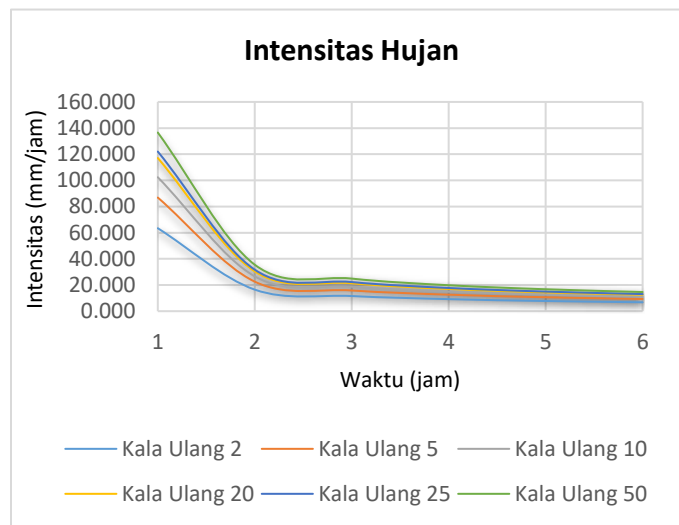
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Intensitas Hujan

Setelah dilakukan analisa intensitas hujan menggunakan metode Dr. Mononobe maka diperoleh nilai intensitas hujan per periode ulang pada masing-masing polder banjir dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Intensitas Hujan

		Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)					
t	Rt	2	5	10	20	25	50
		115.250	157.877	186.096	212.815	221.762	248.217
(Jam)	%	Intensitas Hujan (mm/jam)					
1	55.032%	63.424	86.883	102.413	117.116	122.040	136.599
2	14.304%	16.485	22.583	26.619	30.441	31.721	35.505
3	10.034%	11.564	15.841	18.673	21.354	22.251	24.906
4	7.988%	9.206	12.611	14.865	17.000	17.714	19.828
5	6.746%	7.774	10.650	12.553	14.356	14.959	16.744
6	5.896%	6.796	9.309	10.973	12.548	13.076	14.636

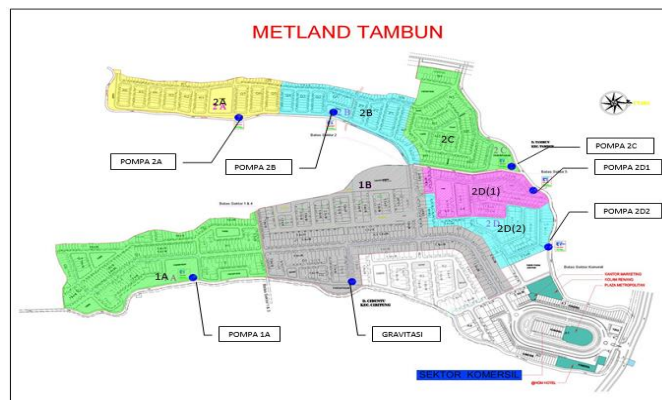


Gambar 2. Intensitas Hujan Metode Dr. Mononobe

4.2 Catchment Area

Catchment area adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi, yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-

alur sungai dan terus mengalir ke anak sungai dan ke sungai utama, akhirnya bermuara ke danau/waduk atau ke laut. Adapun lokasi titik tinjau (pompa) dan luasan Catchment area masing-masing polder adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Catchment Area pada masing-masing titik polder

Tabel 2. Luasan Catchment Area Masing-masing Polder

Nama Perumahan	Nama Polder	Luas Catchment Area (ha)	Periode Ulang
Metland Tambun Bekasi	Polder 1A	5.90	2 Tahun
	Polder 1B	7.98	2 Tahun
	Polder 2A	2.68	2 Tahun
	Polder 2B	2.34	2 Tahun
	Polder 2C	3.35	2 Tahun
	Polder 2D 1	2.00	2 Tahun
	Polder 2D 2	1.72	2 Tahun

4.3 Analisis Debit Banjir

Anggapan-anggapan yang digunakan dalam penerapan metode rasional, antara lain adalah:

- Intensitas hujan yang merata di seluruh *catchment area* untuk waktu curah hujan tertentu.

- Waktu hujan sama dengan waktu konsentrasi dari *catchment area*.

- Puncak banjir dan intensitas hujan mempunyai periode ulang yang sama.

Hasil perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode Rasional selanjutnya ditampilkan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Debit Banjir Masing-masing Polder

No	Nama	Luas	Panjang	Manning	Slope	Tc	Koef. Pengaliran	Intensitas	Debit
		(Ha)	(m)	Eks.	(m/m)	(jam)		(mm/jam)	
1	Polder 1A	5.90	420	0.025	0.001	0.49	0.75	117.988	1.451
2	Polder 1B	7.98	480	0.025	0.001	0.54	0.75	111.075	1.848
3	Polder 2A	2.68	310	0.025	0.001	0.38	0.75	132.255	0.739
4	Polder 2B	2.34	250	0.025	0.001	0.33	0.75	141.123	0.689
5	Polder 2C	3.35	340	0.025	0.001	0.41	0.75	128.133	0.895
6	Polder 2D 1	2.00	220	0.025	0.001	0.30	0.75	145.918	0.608
7	Polder 2D 2	1.72	210	0.025	0.001	0.28	0.75	147.578	0.529

4.4 Kapasitas Tampungan

Karena tidak adanya lahan untuk pond/waduk, maka kapasitas tampungan banjir (polder) dalam sistem drainase Metland Tambun Bekasi terdiri dari volume

saluran dan volume genangan yang diijinkan di jalan maksimal sebesar 10 cm. Berikut disajikan perhitungan volume kapasitas tampungan drainase dan jalan pada masing-masing CA polder.

Tabel 4. Volume Tampungan Eksisting

No	Nama	Saluran Drainase			Jalan			Vol. Total (m ³)	
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Vol. (m ³)	Luas (m ²)	Tinggi Izin (m)		Vol. (m ³)
1	Polder 1A	4098	0.50	0.80	1639.20	9760	0.10	976	2615.20
2	Polder 1B	5544	0.50	0.80	2217.60	13830	0.10	1383	3600.60
3	Polder 2A	2311	0.50	0.80	924.40	5780	0.10	578	1502.40
4	Polder 2B	2104	0.50	0.80	841.60	5260	0.10	526	1367.60
5	Polder 2C	2206	0.50	0.80	882.40	5520	0.10	552	1434.40
6	Polder 2D	1687	0.50	0.80	674.80	4220	0.10	422	1096.80
7	Polder 2E	1244	0.50	0.80	497.60	3110	0.10	311	808.60

4.5 Evaluasi Kapasitas Pompa

Tabel 5. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 1A (Eksisting)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum (m ³)	Vol. Drainase (m ³)	Vol. Genangan (m ³)	Tinggi Genangan (cm)	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	1639.20	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	2265.88	0.45	810	810	1455.88	1639.20	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	4531.76	0.45	810	1620	2911.76	1639.20	1272.56	13.04	Tergenang
1.5	90	5400	1800	115.72	5120.71	0.45	810	2430	2690.71	1639.20	1051.51	10.77	Tergenang
2	120	7200	1800	129.03	5709.67	0.45	810	3240	2469.67	1639.20	830.47	8.51	Tergenang
2.5	150	9000	1800	138.37	6122.80	0.45	810	4050	2072.80	1639.20	433.60	4.44	Tergenang
3	180	10800	1800	147.70	6535.94	0.45	810	4860	1675.94	1639.20	36.74	0.38	Tergenang
3.5	210	12600	1800	155.14	6864.83	0.45	810	5670	1194.83	1639.20	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	7193.73	0.45	810	6480	713.73	1639.20	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	7471.47	0.45	810	7290	181.47	1639.20	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	7749.21	0.45	810	8100	-350.79	1639.20	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	7991.99	0.45	810	8910	-918.01	1639.20	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	8234.76	0.45	810	9720	-1485.24	1639.20	0.00	0.00	Aman

Tabel 6. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 1A (Rencana)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum (m ³)	Vol. Drainase (m ³)	Vol. Genangan (m ³)	Tinggi Genangan (cm)	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	1639.20	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	2265.88	0.65	1170	1170	1095.88	1639.20	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	4531.76	0.65	1170	2340	2191.76	1639.20	552.56	5.66	Tergenang
1.5	90	5400	1800	115.72	5120.71	0.65	1170	3510	1610.71	1639.20	0.00	0.00	Aman
2	120	7200	1800	129.03	5709.67	0.65	1170	4680	1029.67	1639.20	0.00	0.00	Aman
2.5	150	9000	1800	138.37	6122.80	0.65	1170	5850	272.80	1639.20	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	6535.94	0.65	1170	7020	-484.06	1639.20	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	6864.83	0.65	1170	8190	-1325.17	1639.20	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	7193.73	0.65	1170	9360	-2166.27	1639.20	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	7471.47	0.65	1170	10530	-3058.53	1639.20	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	7749.21	0.65	1170	11700	-3950.79	1639.20	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	7991.99	0.65	1170	12870	-4878.01	1639.20	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	8234.76	0.65	1170	14040	-5805.24	1639.20	0.00	0.00	Aman

Tabel 7. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 1B (Eksisting)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum (m ³)	Vol. Drainase (m ³)	Vol. Genangan (m ³)	Tinggi Genangan (cm)	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	2217.60	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	3064.70	0.45	810	810	2254.70	2217.60	37.10	0.27	Tergenang
1	60	3600	1800	102.41	6129.40	0.45	810	1620	4509.40	2217.60	2291.80	16.57	Tergenang
1.5	90	5400	1800	115.72	6925.98	0.45	810	2430	4495.98	2217.60	2278.38	16.47	Tergenang
2	120	7200	1800	129.03	7722.56	0.45	810	3240	4482.56	2217.60	2264.96	16.38	Tergenang
2.5	150	9000	1800	138.37	8281.35	0.45	810	4050	4231.35	2217.60	2013.75	14.56	Tergenang
3	180	10800	1800	147.70	8840.13	0.45	810	4860	3980.13	2217.60	1762.53	12.74	Tergenang
3.5	210	12600	1800	155.14	9284.98	0.45	810	5670	3614.98	2217.60	1397.38	10.10	Tergenang
4	240	14400	1800	162.57	9729.82	0.45	810	6480	3249.82	2217.60	1032.22	7.46	Tergenang
4.5	270	16200	1800	168.85	10105.48	0.45	810	7290	2815.48	2217.60	597.88	4.32	Tergenang
5	300	18000	1800	175.12	10481.13	0.45	810	8100	2381.13	2217.60	163.53	1.18	Tergenang
5.5	330	19800	1800	180.61	10809.50	0.45	810	8910	1899.50	2217.60	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	11137.86	0.45	810	9720	1417.86	2217.60	0.00	0.00	Aman

Tabel 8. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 1B (Rencana)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum (m ³)	Vol. Drainase (m ³)	Vol. Genangan (m ³)	Tinggi Genangan (cm)	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	2217.60	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	3064.70	0.95	1710	1710	1354.70	2217.60	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	6129.40	0.95	1710	3420	2709.40	2217.60	491.80	3.56	Tergenang
1.5	90	5400	1800	115.72	6925.98	0.95	1710	5130	1795.98	2217.60	0.00	0.00	Aman
2	120	7200	1800	129.03	7722.56	0.95	1710	6840	882.56	2217.60	0.00	0.00	Aman
2.5	150	9000	1800	138.37	8281.35	0.95	1710	8550	-268.65	2217.60	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	8840.13	0.95	1710	10260	-1419.87	2217.60	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	9284.98	0.95	1710	11970	-2685.02	2217.60	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	9729.82	0.95	1710	13680	-3950.18	2217.60	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	10105.48	0.95	1710	15390	-5284.52	2217.60	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	10481.13	0.95	1710	17100	-6618.87	2217.60	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	10809.50	0.95	1710	18810	-8000.50	2217.60	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	11137.86	0.95	1710	20520	-9382.14	2217.60	0.00	0.00	Aman

Tabel 9. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 2A (Eksisting)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum	Vol. Drainase	Vol. Genangan	Tinggi Genangan	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	924.40	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	1029.25	0.30	540	540	489.25	924.40	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	2058.50	0.30	540	1080	978.50	924.40	54.10	0.94	Terganggang
1.5	90	5400	1800	115.72	2326.02	0.30	540	1620	706.02	924.40	0.00	0.00	Aman
2	120	7200	1800	129.03	2593.54	0.30	540	2160	433.54	924.40	0.00	0.00	Aman
2.5	150	9000	1800	138.37	2781.20	0.30	540	2700	81.20	924.40	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	2968.87	0.30	540	3240	-271.13	924.40	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	3118.26	0.30	540	3780	-661.74	924.40	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	3267.66	0.30	540	4320	-1052.34	924.40	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	3393.82	0.30	540	4860	-1466.18	924.40	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	3519.98	0.30	540	5400	-1880.02	924.40	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	3630.26	0.30	540	5940	-2309.74	924.40	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	3740.54	0.30	540	6480	-2739.46	924.40	0.00	0.00	Aman

Tabel 10. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 2B (Eksisting)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum	Vol. Drainase	Vol. Genangan	Tinggi Genangan	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	841.60	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	898.67	0.30	540	540	358.67	841.60	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	1797.34	0.30	540	1080	717.34	841.60	0.00	0.00	Aman
1.5	90	5400	1800	115.72	2030.93	0.30	540	1620	410.93	841.60	0.00	0.00	Aman
2	120	7200	1800	129.03	2264.51	0.30	540	2160	104.51	841.60	0.00	0.00	Aman
2.5	150	9000	1800	138.37	2428.36	0.30	540	2700	-271.64	841.60	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	2592.22	0.30	540	3240	-647.78	841.60	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	2722.66	0.30	540	3780	-1057.34	841.60	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	2853.11	0.30	540	4320	-1466.89	841.60	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	2963.26	0.30	540	4860	-1896.74	841.60	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	3073.41	0.30	540	5400	-2326.59	841.60	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	3169.70	0.30	540	5940	-2770.30	841.60	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	3265.99	0.30	540	6480	-3214.01	841.60	0.00	0.00	Aman

Tabel 11. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 2C (Eksisting)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum	Vol. Drainase	Vol. Genangan	Tinggi Genangan	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	882.40	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	1286.56	0.30	540	540	746.56	882.40	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	2573.12	0.30	540	1080	1493.12	882.40	610.72	11.06	Tergenang
1.5	90	5400	1800	115.72	2907.52	0.30	540	1620	1287.52	882.40	405.12	7.34	Tergenang
2	120	7200	1800	129.03	3241.93	0.30	540	2160	1081.93	882.40	199.53	3.61	Tergenang
2.5	150	9000	1800	138.37	3476.51	0.30	540	2700	776.51	882.40	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	3711.08	0.30	540	3240	471.08	882.40	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	3897.83	0.30	540	3780	117.83	882.40	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	4084.57	0.30	540	4320	-235.43	882.40	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	4242.27	0.30	540	4860	-617.73	882.40	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	4399.97	0.30	540	5400	-1000.03	882.40	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	4537.82	0.30	540	5940	-1402.18	882.40	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	4675.67	0.30	540	6480	-1804.33	882.40	0.00	0.00	Aman

Tabel 12. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 2C (Rencana)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum	Vol. Drainase	Vol. Genangan	Tinggi Genangan	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	882.40	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	1286.56	0.40	720	720	566.56	882.40	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	2573.12	0.40	720	1440	1133.12	882.40	250.72	4.54	Tergenang
1.5	90	5400	1800	115.72	2907.52	0.40	720	2160	747.52	882.40	0.00	0.00	Aman
2	120	7200	1800	129.03	3241.93	0.40	720	2880	361.93	882.40	0.00	0.00	Aman
2.5	150	9000	1800	138.37	3476.51	0.40	720	3600	-123.49	882.40	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	3711.08	0.40	720	4320	-608.92	882.40	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	3897.83	0.40	720	5040	-1142.17	882.40	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	4084.57	0.40	720	5760	-1675.43	882.40	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	4242.27	0.40	720	6480	-2237.73	882.40	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	4399.97	0.40	720	7200	-2800.03	882.40	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	4537.82	0.40	720	7920	-3382.18	882.40	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	4675.67	0.40	720	8640	-3964.33	882.40	0.00	0.00	Aman

Tabel 13. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 2D 1 (Eksisting)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum	Vol. Drainase	Vol. Genangan	Tinggi Genangan	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	674.80	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	768.10	0.30	540	540	228.10	674.80	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	1536.19	0.30	540	1080	456.19	674.80	0.00	0.00	Aman
1.5	90	5400	1800	115.72	1735.84	0.30	540	1620	115.84	674.80	0.00	0.00	Aman
2	120	7200	1800	129.03	1935.48	0.30	540	2160	-224.52	674.80	0.00	0.00	Aman
2.5	150	9000	1800	138.37	2075.53	0.30	540	2700	-624.47	674.80	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	2215.57	0.30	540	3240	-1024.43	674.80	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	2327.06	0.30	540	3780	-1452.94	674.80	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	2438.55	0.30	540	4320	-1881.45	674.80	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	2532.70	0.30	540	4860	-2327.30	674.80	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	2626.85	0.30	540	5400	-2773.15	674.80	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	2709.15	0.30	540	5940	-3230.85	674.80	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	2791.44	0.30	540	6480	-3688.56	674.80	0.00	0.00	Aman

Tabel 14. Evaluasi Kapasitas Pompa Kala Ulang 10 Tahun Polder 2D 2 (Eksisting)

Waktu				Inflow (Hujan)		Outflow (Pompa)			Vol. Akum	Vol. Drainase	Vol. Genangan	Tinggi Genangan	Ket.
Jam Ke- (Jam)	Menit Ke- (Menit)	Detik Ke- (dtk)	Δt (dtk)	R (mm)	Vol. Akum (m ³)	Q out (m ³ /dtk)	Vol. (m ³)	Vol. Akum (m ³)					
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	497.60	0.00	0.00	Aman
0.5	30	1800	1800	51.21	660.56	0.30	540	540	120.56	497.60	0.00	0.00	Aman
1	60	3600	1800	102.41	1321.12	0.30	540	1080	241.12	497.60	0.00	0.00	Aman
1.5	90	5400	1800	115.72	1492.82	0.30	540	1620	-127.18	497.60	0.00	0.00	Aman
2	120	7200	1800	129.03	1664.51	0.30	540	2160	-495.49	497.60	0.00	0.00	Aman
2.5	150	9000	1800	138.37	1784.95	0.30	540	2700	-915.05	497.60	0.00	0.00	Aman
3	180	10800	1800	147.70	1905.39	0.30	540	3240	-1334.61	497.60	0.00	0.00	Aman
3.5	210	12600	1800	155.14	2001.27	0.30	540	3780	-1778.73	497.60	0.00	0.00	Aman
4	240	14400	1800	162.57	2097.15	0.30	540	4320	-2222.85	497.60	0.00	0.00	Aman
4.5	270	16200	1800	168.85	2178.12	0.30	540	4860	-2681.88	497.60	0.00	0.00	Aman
5	300	18000	1800	175.12	2259.09	0.30	540	5400	-3140.91	497.60	0.00	0.00	Aman
5.5	330	19800	1800	180.61	2329.87	0.30	540	5940	-3610.13	497.60	0.00	0.00	Aman
6	360	21600	1800	186.10	2400.64	0.30	540	6480	-4079.36	497.60	0.00	0.00	Aman

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis perhitungan debit banjir dan evaluasi kapasitas pompa, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Besaran debit banjir untuk masing-masing polder pada kala ulang 2 tahun.
 - a. Polder 1A = 1,451 m³/detik
 - b. Polder 1B = 1,848 m³/detik
 - c. Polder 2A = 0,739 m³/detik
 - d. Polder 2B = 0,689 m³/detik
 - e. Polder 2C = 0,895 m³/detik.
 - f. Polder 2D 1 = 0,608 m³/detik.
 - g. Polder 2D 2 = 0,529 m³/detik.
2. Pada kala ulang 10 Tahun, terjadi genangan pada polder 1A setinggi 13,04 cm, pada polder 1B setinggi 16,57 cm, dan pada polder 2C setinggi 11,06 cm.
3. Kapasitas pompa untuk polder 1A, 1B, dan 2C pada kala ulang 10 Tahun sudah tidak memadai untuk menangani banjir yang ada.
4. Alternatif penanganan masalah yaitu menambah kapasitas pompa. Untuk polder 1A ditambah pompa sebesar 1 x 12 m³/detik, pada polder 1B ditambah pompa sebesar 3 x 6 m³/detik dan 1x 12 m³/detik, dan untuk polder 2C ditambah pompa sebesar 1 x 6 m³/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Kirpich., (1940). *Hidrologi Terapan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Hariati, F., Saputra, D., Alimuddin, A., & Yanuarsyah, I. (2020). Dampak Peningkatan Intensitas Hujan dan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir Puncak Sungai Ciseel. *Jurnal Komposit*, 4(1), 1–6.
- Lutfi, M. & Taqwa, F. M. L. (2014). Identifikasi Lahan Resapan (Kolam Retensi) Dalam Penanganan Banjir di Kawasan Simpang Johar - Yasmin. *Prosiding LPPM Uika Bogor*.
<http://pkm.uika-bogor.ac.id/index.php/prosiding/article/download/62/50>
- Rahmawati, E., Wahyu R, Aulia. Suripin, S., & Kurniani, D. (2017). Pengembangan Drainase Sistem Polder Sungai Sringin. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(1), 282–291.
<https://media.neliti.com/media/publications/110530-ID-pengembangan-drainase-sistem-polder-sung.pdf>
- Saputra, L., Hariati, F., & Alimuddin, A. (2018). Analisis Kapasitas Sungai Ciparigi Terhadap Debit Banjir Kala Ulang. *Jurnal Komposit*, 2(2), 100.
- Satriadi, I. (2017). Analisis Hidrograf Banjir Saluran Irigasi Cibalok Bogor. *Astonjadro: CEAESJ*, 6(1), 49–59.
<https://doi.org/10.32832/astonjadro.v6i1.2261>
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1*, Nova, Bandung.
- Suripin, (2004) *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Utomo, F, N., Apriani, D, W., dan Wahyuni, S, E., (2011). *Evaluasi dan Perencanaan Kembali Bendung Sapon*, Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wahyudi, S. I., & Adi, H. P. (2016). *Drainase Sistem Polder* (1st ed.). Semarang, EF Press Digimedia.