

KAJIAN PENANGANAN BANJIR DENGAN SISTEM POMPA DI SUNGAI BENDUNG, KOTA PALEMBANG

STUDY OF FLOOD MITIGATION WITH PUMPING SYSTEM AT BENDUNG RIVER PALEMBANG CITY

Heru Gunawan Apriadi^{1)*}, Anis Saggaf¹⁾, Sarino¹⁾

¹⁾ Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Masjid Al Gazali, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Kota Palembang

*Corresponden email: heru.gunap@gmail.com

Diterima: 16 Agustus 2020; Direvisi: 13 Januari 2021; Disetujui: 13 Januari 2021

ABSTRACT

Floods around the Bendung River in Palembang City have caused material and non-material losses. One of the reasons was the decreasing river capacity and backwater during the Musi River flood season, which is the Bendung River's outlet. This paper discusses the impact of adding a pump system to reduce flood impact. 1-dimensional and 2-dimensional numerical model using MIKE 11 and MIKE FLOOD were made to analyze the best measures. Various alternative scenarios were implemented in the model. Based on the modeling results, using the most optimal alternative, alternative 4 with 6 pumps of 36 m³/s and normalization of the Bendung River channel by 1 meter. The inundation area was reduced by 0.74 km². Also, the maximum inundation height for the flood decreased by 0.6 meters, and the inundation duration was reduced by 8.5 hours. These modeling results can be a reference for managers and policymakers in managing flood events.

Keywords: River channel normalization, pump system, numerical model, flood control, Bendung river

ABSTRAK

Banjir di kawasan sekitar Sungai Bendung di Kota Palembang telah menyebabkan kerugian materil dan non materil. Salah satu penyebabnya adalah kapasitas sungai yang semakin berkurang dan adanya aliran balik (backwater) saat musim banjir dari Sungai Musi yang merupakan muara Sungai Bendung. Oleh karena itu, sistem pompa dan kolam retensi digunakan sebagai langkah pengendalian banjir untuk mengalirkan air dari Sungai Bendung ke Sungai Musi. Di dalam makalah ini dibahas dampak penambahan sistem pompa terhadap genangan banjir yang terjadi melalui pemodelan MIKE 11 dan MIKE Flood dengan berbagai alternatif skenario. Berdasarkan hasil pemodelan, dengan menggunakan alternatif yang paling optimal yaitu alternatif 4 dengan menggunakan 6 pompa serta normalisasi sungai Bendung dengan kedalaman 1 meter. Luas genangan berkurang sebesar 0,74 km², tinggi genangan maksimum banjir turun sebesar 0,6 meter, dan durasi genangan berkurang sebesar 8,5 jam. Hasil pemodelan sistem pompa ini dapat menjadi rujukan bagi para pengelola dan pemangku kebijakan dalam mengelola bangunan pengendali banjir.

Kata Kunci : Normalisasi saluran sungai, sistem pompa, pemodelan numerik, pengendali banjir, Sungai Bendung

PENDAHULUAN

Kota Palembang merupakan salah satu kota di Indonesia yang masih memiliki permasalahan terkait banjir yang selalu melanda setiap tahun seperti disajikan pada Gambar 1. Oleh karena itu, permasalahan banjir yang terjadi setiap tahun menggenangi kawasan perkotaan sangatlah mengganggu aksesibilitas dan pergerakan perekonomian masyarakat. Kota Palembang merupakan daerah perkotaan yang sebagian besar daerahnya rawa atau dataran rendah serta memiliki intensitas curah hujan 40 mm/tahun (Hanum dkk., 2019). Salah satu Daerah Aliran Sungai (DAS) penting di kawasan ini adalah DAS Bendung dengan luas 15,4 km² dengan panjang Sungai Bendung 5,4 km yang bermuara di Sungai Musi. Ketinggian rata-rata lahan di DAS Bendung adalah berkisar antara +2,0 m sampai +18,0 m dari permukaan air laut.



Gambar 1 Kondisi Banjir Kota Palembang
sumber : *Kompasiana*, 2018

Secara umum penyebab banjir yang terjadi di DAS Bendung adalah sistem drainase perkotaan yang kurang berfungsi dengan baik, semakin menyempitnya penampang basah sungai akibat sedimentasi, dan ujung Sungai Bendung yang bermuara di Sungai Musi sering kali mendapat aliran balik saat muka air Sungai Musi sedang tinggi (BBWS Sumatera 8, 2018). Untuk dapat mengurangi banjir di kawasan DAS Bendung, maka dibangun bangunan pengendali banjir berupa kolam retensi, tanggul sungai, dan bangunan pompa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



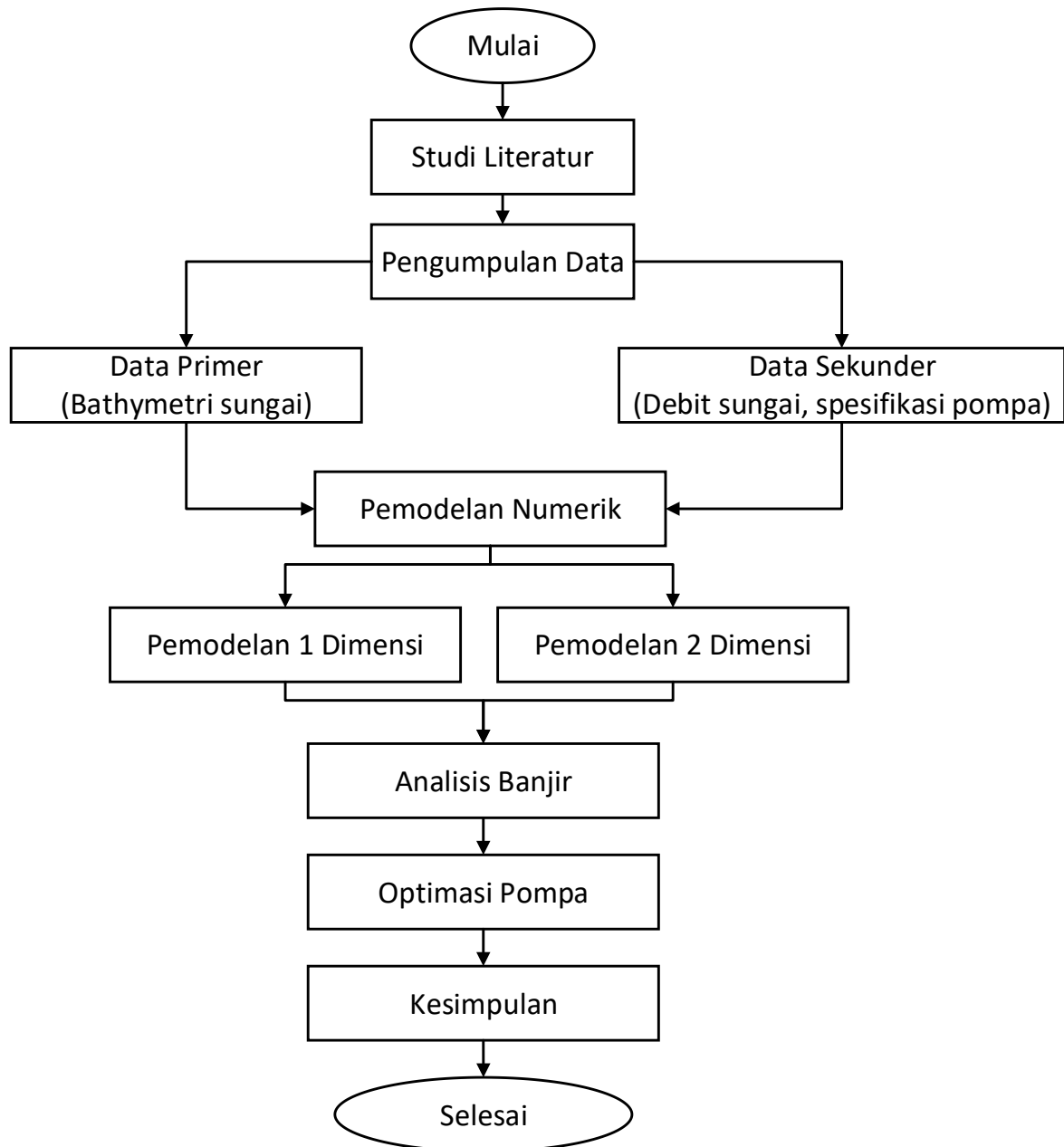
Gambar 2 Rumah Pompa Sungai Bendung

Pompa didesain dengan 6 buah pompa tipe *submersible* dengan kapasitas 1 pompa sebesar 6 m³/s. Fungsi dari sistem pompa banjir ini adalah untuk memompa air dari Sungai Bendung menuju Sungai Musi sehingga diharapkan dapat membantu mempercepat waktu genangan banjir dan mengurangi kedalaman banjir. Oleh karena itu, penelitian ini diperlukan untuk mendapatkan gambaran dampak yang dihasilkan sistem pompa banjir di Sungai Bendung pada aspek luas genangan, durasi genangan dan kedalaman maksimum genangan banjir. Sudah banyak penelitian mengenai dampak sistem pompa dan pemodelan hidraulik untuk pengendalian banjir. Tjahyadi (2011) melakukan penelitian analisis teoritis mengenai mitigasi banjir di Kali Kandangan kota Surabaya. Berdasarkan hasil penelitian Tjahyadi (2011), didapatkan bahwa kegiatan normalisasi sungai tidak cukup untuk mengatasi banjir sehingga dibutuhkan sistem pompa untuk membantu mengalirkan air ke laut. Selain itu, Wibowo (2015) juga telah melakukan analisis teoritis mengenai optimasi sistem pompa pada waduk Pluit di Jakarta. Dari hasil penelitiannya didapatkan bahwa kapasitas dan jumlah pompa eksisting tidak mampu untuk mengatasi debit banjir sehingga diperlukan penambahan jumlah dan kapasitas pompa. Rusli dkk, (2016) juga melakukan penelitian mengenai pemodelan HECRAS 1 dimensi pada pengendalian banjir 25 tahunan kota Jambi dengan optimasi sistem pompa dan pintu air. Berdasarkan hasil penelitian Rusli dkk. (2016), didapatkan bahwa kombinasi sistem pompa dan pintu air merupakan alternatif paling ekonomis untuk menurunkan muka air banjir. Purnaditya (2018) melakukan penelitian mengenai operasi pompa dengan pendekatan hidrograf HCC-SCS pada waduk Tomang Barat, Jakarta. Berdasarkan hasil penelitian Purnaditya (2018), didapatkan bahwa tinggi muka air banjir dengan periode ulang 50 tahunan di kecamatan Tanjung Duren dapat dikendalikan dengan menggunakan 8 pompa sekaligus. Arbaningrum (2018) melakukan penelitian mengenai sistem polder dengan pompa untuk mitigasi banjir dan rob di Semarang dengan pemodelan 1 dimensi menggunakan HEC-HMS 4.0. Berdasarkan hasil penelitian Arbaningrum (2018), didapatkan bahwa untuk pola operasional pompa untuk mengurangi dampak banjir 25 tahunan dengan mengintegrasikan sistem pompa dengan kolam retensi. Indrawan dkk (2011), Rosliani dkk (2013), Zulfan (2015, 2017), dan Zulfan dkk (2013) juga telah mengaplikasikan pemodelan numerik 1 dimensi untuk pengendalian banjir. Sistem pompa cukup efektif dalam mengurangi tinggi muka air banjir (Sawarendro, 2010). Selain itu, pemodelan numerik dapat membantu menganalisa skenario

pengendalian banjir suatu wilayah. Khususnya untuk kasus banjir kota Palembang, dampak terhadap luasan area banjir dengan pemodelan 2 dimensi belum dikaji. Oleh karena itu, dalam makalah ini dikaji dampak tinggi dan luasan banjir dengan pemodelan numerik dengan menggunakan perangkat lunak MIKE 11 dan MIKE Flood.

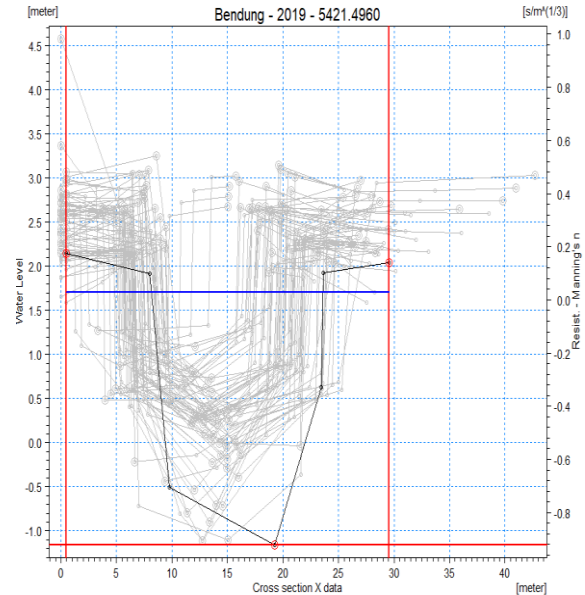
METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan pemodelan numerik dengan software MIKE 11 untuk pemodelan 1 dimensi dan MIKE FLOOD untuk pemodelan 2 dimensi untuk menganalisis operasional sistem pompa Sungai Bendung terhadap kedalaman dan luasan genangan banjir di Kota Palembang. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

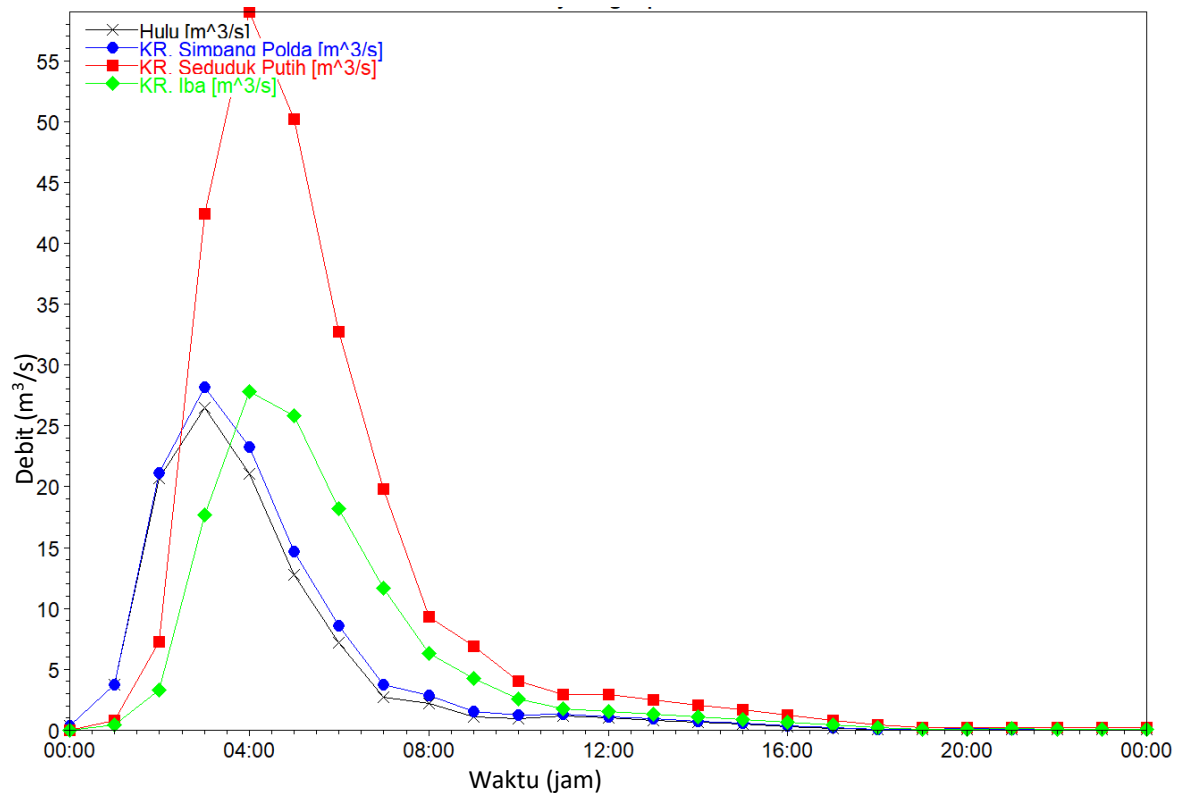


Gambar 3 Bagan alir penelitian

Pemilihan *software* dengan menggunakan MIKE 11 dan MIKE Flood dilakukan karena *software* ini sudah banyak digunakan oleh peneliti sumber daya air di dalam negeri mau pun di luar negeri. Data primer didapatkan melalui pengukuran langsung di lapangan meliputi data topografi dan gambar potongan melintang sungai sepanjang 5,5 kilometer. Survei terestris sungai utama dilakukan dengan menggunakan teodolit dan interval 20 meter pada tahun 2019, sedangkan data DEM area genangan banjir diambil dari website DEMNAS yang diambil pada tahun 2020 dengan ketelitian resolusi spasial DEMNAS adalah 0.27 – arcsecond dan datum vertikal EGM2008. Dalam hal ini, terdapat 74 buah potongan penampang melintang dan potongan memanjang sejauh 5,5 km (Gambar 4) dengan skematik sungai seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7. Sedangkan data sekunder didapatkan dari Balai Wilayah Sungai Sumatera 8 yang meliputi data debit desain sungai dan data kapasitas pompa (BBWS Sumatera 8, 2018).



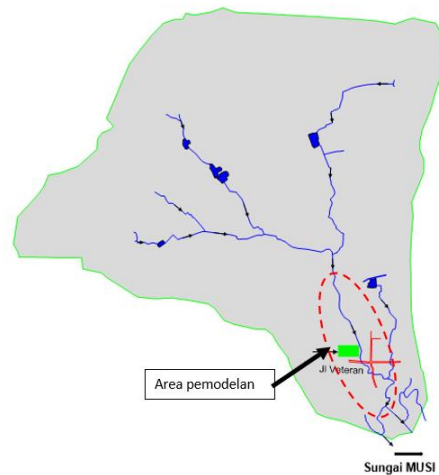
Gambar 4 Potongan melintang Sungai



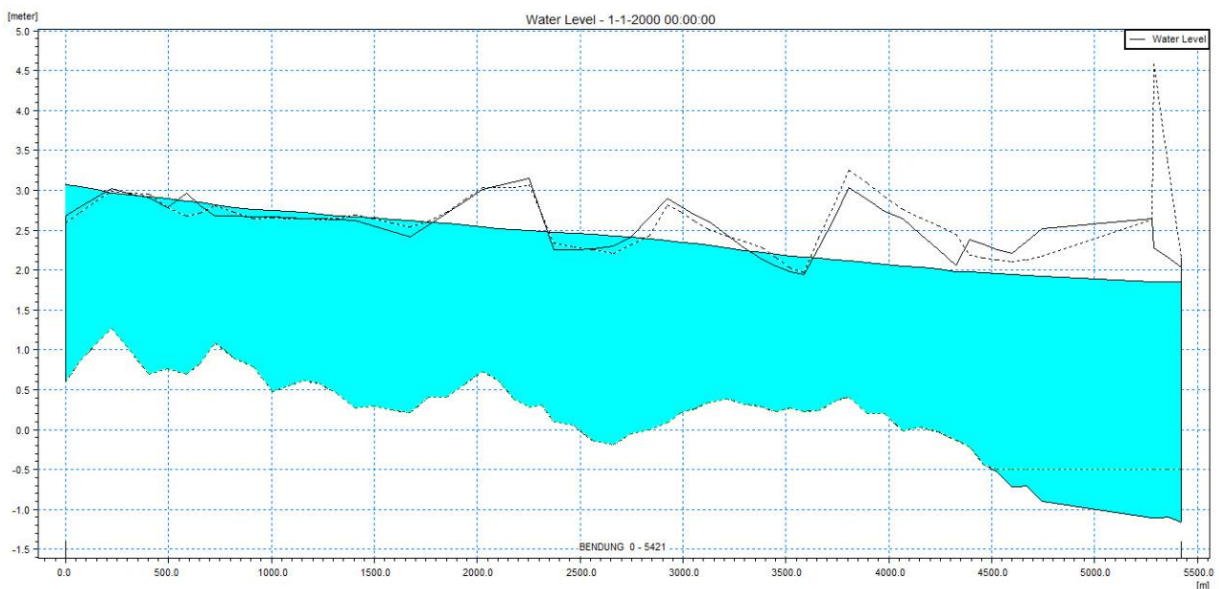
Gambar 5 Hidrograf Sungai Bendung (sumber : BBWS Sumatera 8, 2018)



Gambar 6 Skematisasi Sungai Bendung



Gambar 7 DAS Sungai Bendung
Sumber : BBWS Sumatera 8, 2018



Gambar 8 Simulasi alur penuh Sungai Bendung

Parameter kekasaran saluran sungai 1 dimensi dengan menggunakan koefisien Manning 0,03 untuk palung sungainya sedangkan untuk area genangan 2 dimensi menggunakan koefisien Manning 0,04 karena memasukkan parameter sempadan sungai dan area perkotaan. Kalibrasi model dilakukan dengan mengecek kecepatan aliran di model dengan hasil pengukuran sesaat di sungai Bendung. Berdasarkan simulasi alur penuh (*fullbank*) didapatkan hasil bahwa debit pengaliran sungai Bendung hanya sebesar 20 m³/s. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Bendung sangat kecil Berdasarkan panduan “Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan” yang dirilis oleh Direktorat Cipta Karya (2012). Kala ulang yang dipakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan sistem drainasinya, seperti terlihat

dalam Tabel 1. Berdasarkan status Kota Palembang yang termasuk kota metropolitan dan luas tangkapan air > 500ha sehingga kala ulang yang digunakan dimulai dari Q10tahun.

Tabel 1 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

Tipologi Kota	Daerah tangkapan air (ha)			
	< 10	10-100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2 th	2 – 5 th	5 – 10 th	2 – 5 th
Kota Besar	2 th	2 – 5 th	2 – 5 th	5 – 10 th
Kota Sedang	2 th	2 – 5 th	2 – 5 th	5 – 10 th
Kota Kecil	2 th	2 th	2 th	2 – 5 th

Skenario pemodelan yang dilakukan dengan kondisi yaitu pemodelan banjir Q10 tahun Sungai Bendung dan saat kondisi Sungai Musi Q2 tahun.

Tabel 2 Skenario pemodelan

skenario	Pompa	Kala ulang batas hulu	Kala ulang batas hilir
1	0	Sungai Bendung Q 10 tahun	Sungai Musi Q2 tahun
2	1		
3	2		
4	3		
5	4		
6	5		
7	6		

Untuk mendukung simulasi pemodelan numerik maka terdapat 4 alternatif pemodelan (Tabel 3) yaitu :

1) Alternatif 1

Alternatif pemodelan yang dilakukan dengan 2 kondisi yaitu pemodelan banjir Q10 tahun Sungai Bendung saat kondisi Sungai Musi Q2 tahun. Di dalam setiap kondisi, simulasi dilakukan dengan skenario pompa berbeda-beda mulai dari skenario tanpa pompa (eksisting) sampai skenario dengan menggunakan pompa.

2) Alternatif 2

Skenario pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan sistem pompa di hilir Sungai Bendung seperti pada alternatif 1 ditambah dengan sistem pompa di hulu Sungai Bendung. Sistem pompa di hulu didesain dengan menggunakan 2 pompa berkapasitas 2 m³/s untuk membantu mengurangi dampak genangan banjir.

3) Alternatif 3

Skenario pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan sistem pompa di hilir Sungai Bendung seperti pada alternatif 1 ditambah dengan normalisasi dasar Sungai Bendung sedalam 1-1,5 meter.

4) Alternatif 4

Skenario pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan sistem pompa di hilir Sungai Bendung seperti pada alternatif 1 ditambah

dengan sistem pompa di hulu Sungai Bendung serta normalisasi Sungai Bendung.

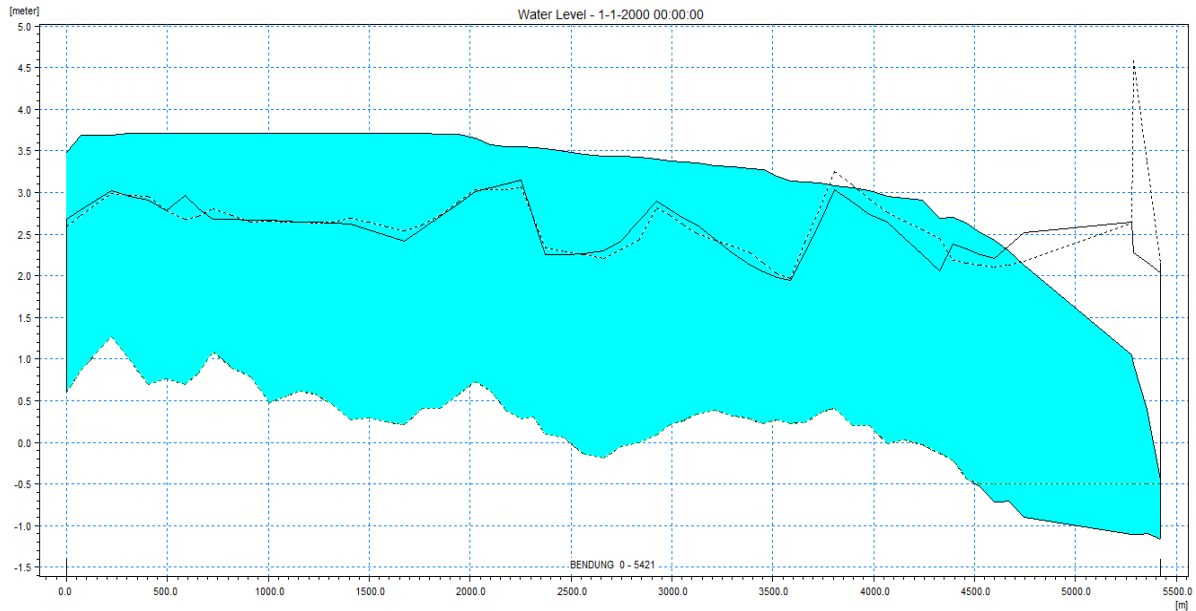
Di dalam setiap kondisi, simulasi dilakukan dengan skenario pompa berbeda-beda mulai dari skenario tanpa pompa (eksisting) sampai skenario dengan menggunakan pompa. Skenario pemodelan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2. Pola operasional pompa dengan kapasitas 6 m³/det untuk setiap pompa dengan jumlah total 6 pompa.

Tabel 3 Alternatif penanganan banjir

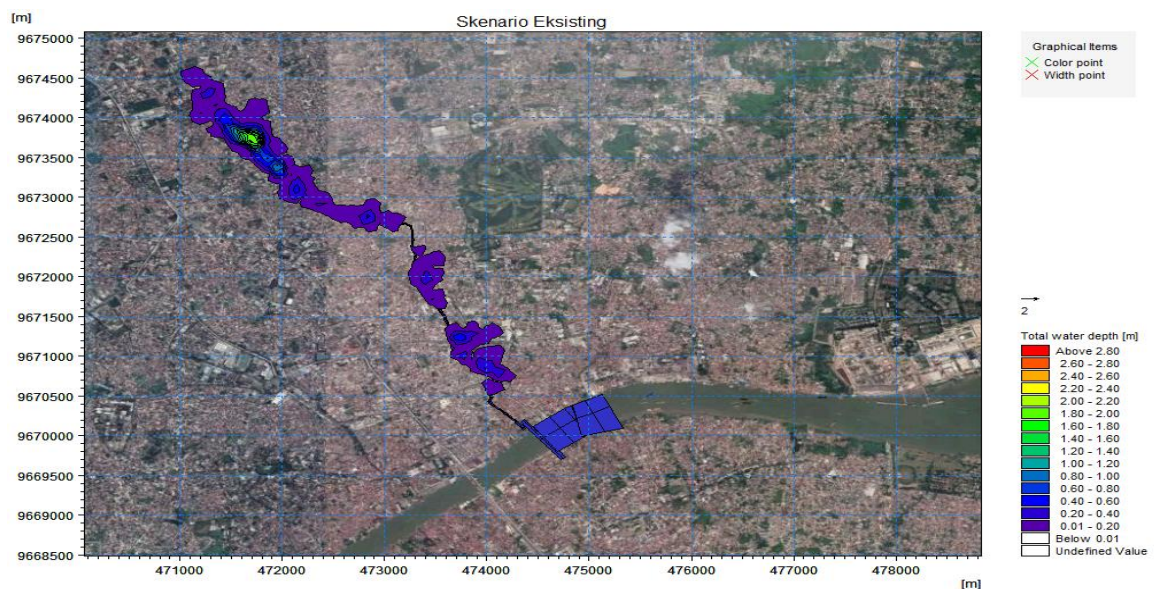
Pompa	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4
0	Pompa hilir saja	Pompa hulu dan hilir	Pompa hilir dan normalisasi	Pompa hulu, hilir dan normalisasi
1				
2				
3				
4				
5				
6				

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemodelan numerik 1 dimensi dan 2 dimensi yang dilakukan, didapatkan bahwa terdapat 3 parameter utama yang mengalami perubahan yang cukup signifikan dengan adanya penggunaan sistem pompa untuk melimpaskan debit banjir. Parameter tersebut adalah luas genangan banjir, kedalaman genangan banjir, dan durasi genangan banjir. Tinggi maksimum genangan dihitung diatas dataran sempadan sungai. Kondisi pemodelan pertama dalam pemodelan ini adalah pengaliran Sungai Bendung Q10 tahun dengan berbagai variasi penggunaan pompa saat kondisi hilir (Sungai Musi) banjir Q10 tahun. Berdasarkan hasil pemodelan numerik 1 dimensi, tinggi banjir pada debit 10 tahunan jauh melebihi tanggul kanan dan kiri sungai Bendung dengan tinggi banjir maksimum 1,33 meter seperti yang ditunjukkan pada hasil pemodelan 1 dimensi (Gambar 9). Kemudian pemodelan numerik 2 dimensi dilakukan untuk melihat dampak luasan dan kedalaman genangan banjir. Berdasarkan hasil pemodelan 2 dimensi, luasan banjir di kawasan sungai Bendung pada skenario 1 adalah 6,09 km² dengan kondisi kedalaman genangan seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 9 Tinggi banjir dengan kondisi eksisting Sungai Bendung



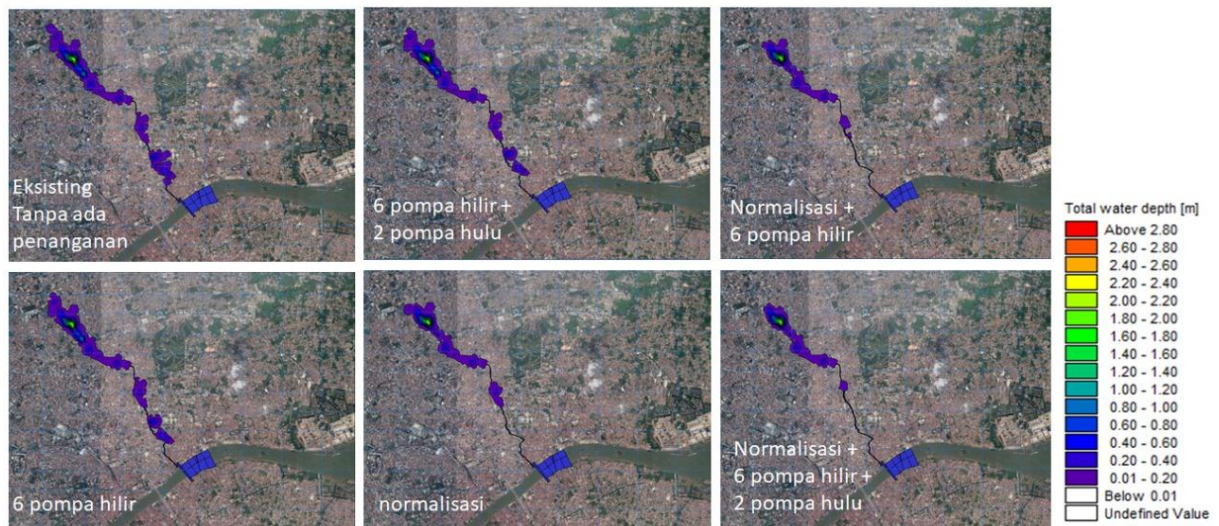
Gambar 10 Genangan banjir dengan kondisi eksisting Sungai Bendung

Berdasarkan hasil pemodelan numerik 1 dimensi dan 2 dimensi yang dilakukan, didapatkan bahwa terdapat 3 parameter utama yang mengalami perubahan yang cukup signifikan dengan adanya penggunaan sistem pompa untuk membantu melimpaskan debit banjir. Parameter tersebut adalah luas genangan banjir, kedalaman genangan banjir, dan durasi genangan banjir. Luas genangan banjir pada saat kondisi tanpa ada penanganan yaitu sebesar 1,93 km². Kemudian dengan Alternatif I yaitu dengan penggunaan 6 pompa di hilir sungai Bendung maka luas genangan berkurang menjadi 1,75 km². Alternatif 2 yaitu dengan penggunaan 6 pompa di hilir dan hulu Sungai Bendung memberikan luas genangan

sebesar 1,74 km². Terlihat bahwa dari alternatif 1 ke alternatif 2 tidak memberikan dampak yang signifikan dikarenakan kondisi topografi yang relatif datar dan kapasitas sungai Bendung yang kecil. Alternatif 3 yaitu dengan 6 pompa hilir dan normalisasi saluran Sungai Bendung memberikan luas genangan sebesar 1,26 km². Sedangkan Alternatif 4 yaitu dengan 6 pompa di hilir dan 2 pompa di hulu Sungai Bendung, serta normalisasi saluran Sungai Bendung memberikan luas genangan sebesar 1,19 km². Rekapitulasi luasan genangan hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 11 dan Tabel 4. Untuk parameter tinggi genangan maksimum, dengan kondisi eksisting tanpa ada penanganan sama sekali maka tinggi

genangan maksimum adalah 1,303 meter. Penggunaan 6 pompa sekaligus hanya akan mengurangi 0,1 meter. Dengan alternatif 2 yaitu penambahan pompa di udik juga tidak terlalu banyak mengurangi tinggi genangan. Hasil simulasi tinggi genangan banjir Sungai Bendung dapat dilihat pada Tabel 5. Pengurangan tinggi maksimum yang sangat signifikan terjadi pada alternatif 3 dan 4 karena adanya aktivitas normalisasi dasar sungai sehingga dapat mengurangi tinggi maksimum genangan sampai setengahnya yaitu menjadi 0,6 meter. Rekapitulasi tinggi genangan maksimum hasil pemodelan dapat dilihat pada Tabel 5.

Untuk parameter yang terakhir yaitu durasi genangan banjir, pengurangan durasi genangan banjir yang signifikan terdapat pada Alternatif 3 dan 4. Dari waktu eksisting genangan 19,11 jam menjadi nol jam. Hasil perbandingan durasi genangan banjir Sungai Bendung dari berbagai alternatif dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil komparasi dari aspek yang ada meliputi luas genangan banjir, tinggi genangan banjir, dan durasi genangan banjir, maka didapatkan bahwa Alternatif 4 yaitu dengan sistem pompa hulu, hilir dan normalisasi Sungai Bendung.



Gambar 11 Genangan banjir dengan kondisi Sungai Bendung (Q10 tahun) dan Sungai Musi (Q2 tahun)

Tabel 4 Perbandingan luas genangan banjir

Skenario	Pompa	Luas Genangan (km ²)			
		Alternatif 1 (Pompa Hilir)	Alternatif 2 (Pompa Hilir + Udik)	Alternatif 3 (Pompa Hilir + Normalisasi)	Alternatif 4 (Pompa Hilir + Udik + Normalisasi)
0	Eksisting (tanpa pompa)	1,93	1,81	1,36	1,28
1	1 x 6 m ³ /s	1,90	1,80	1,35	1,25
2	2 x 6 m ³ /s	1,88	1,78	1,35	1,22
3	3 x 6 m ³ /s	1,85	1,77	1,34	1,21
4	4 x 6 m ³ /s	1,82	1,76	1,33	1,20
5	5 x 6 m ³ /s	1,79	1,75	1,30	1,19
6	6 x 6 m ³ /s	1,75	1,74	1,26	1,19

Tabel 5 Perbandingan tinggi genangan banjir maksimum

Skenario	Pompa	Tinggi Genangan Maksimum (m)			
		Alternatif 1 (Pompa Hilir)	Alternatif 2 (Pompa Hilir + Udik)	Alternatif 3 (Pompa Hilir + Normalisasi)	Alternatif 4 (Pompa Hilir + Udik + Normalisasi)
0	Eksisting (tanpa pompa)	1,303	1,265	0,691	0,677
1	1 x 6 m ³ /s	1,301	1,261	0,689	0,675
2	2 x 6 m ³ /s	1,299	1,257	0,686	0,671
3	3 x 6 m ³ /s	1,297	1,255	0,684	0,667
4	4 x 6 m ³ /s	1,294	1,253	0,682	0,663
5	5 x 6 m ³ /s	1,291	1,252	0,680	0,659
6	6 x 6 m ³ /s	1,288	1,250	0,678	0,656

Tabel 6 Perbandingan durasi genangan banjir

Skenario	Pompa	Durasi Genangan (Jam)											
		Area Hulu				Area Tengah				Area Hilir			
		ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 4	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 4	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 4
0	Eksisting (tanpa pompa)	19,11	15,00	4,67	4,50	14,07	14,00	4,33	4,00	8,49	4,83	0,00	0,00
1	1 x 6 m ³ /s	19,00	14,83	4,67	4,50	13,92	13,83	4,17	4,00	8,11	4,50	0,00	0,00
2	2 x 6 m ³ /s	18,92	14,83	4,67	4,50	13,82	13,67	4,17	3,67	7,76	4,17	0,00	0,00
3	3 x 6 m ³ /s	18,83	14,67	4,67	4,33	13,71	13,67	4,17	3,67	7,46	4,00	0,00	0,00
4	4 x 6 m ³ /s	18,58	14,67	4,50	4,33	13,44	13,35	4,00	3,67	7,24	3,67	0,00	0,00
5	5 x 6 m ³ /s	18,51	14,67	4,50	4,33	13,36	13,30	4,00	3,50	6,96	3,17	0,00	0,00
6	6 x 6 m ³ /s	18,43	14,50	4,50	4,33	13,28	13,24	4,00	3,50	6,65	3,00	0,00	0,00

Berdasarkan hasil komparasi dari aspek yang ada meliputi luas genangan banjir, tinggi genangan banjir, dan durasi genangan banjir, maka didapatkan bahwa sistem pengoperasian 6 pompa dengan kapasitas 36 m³/s memberikan hasil yang paling optimal dari sisi pengurangan tinggi muka air banjir, pengurangan luas genangan banjir, dan lamanya durasi genangan banjir. Kapasitas sungai tidak bisa menampung *runoff* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8, sehingga disarankan untuk dilakukan juga normalisasi saluran sungai dan pembuatan tanggul pada segmen yg mengalami limpasan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimum.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan numerik pada DAS Bendung, didapatkan kesimpulan bahwa bangunan pengendali banjir dengan sistem pompa di DAS Sungai Bendung dapat mengurangi dampak banjir di kawasan DAS Sungai Bendung. Berdasarkan hasil pemodelan, Alternatif 4 dengan menggunakan sistem pompa di hulu dan hilir Sungai Bendung, dan normalisasi Sungai Bendung memberikan hasil paling optimal yaitu luas genangan yang awalnya 1,93 km² menjadi 1,19 km², tinggi genangan maksimum yang awalnya 1,303 m menjadi 0,656 m, serta durasi genangan banjir di area hulu yang awalnya 19,11 jam menjadi 4,33 jam, area tengah yang awalnya 14,07 jam menjadi 3,5 jam, dan area hilir yang awalnya

8,49 jam menjadi 0 jam. Operasional pompa dapat diatur dengan pola operasi yang berbasis pada tinggi muka air yang telah disepakati bersama. Sistem pompa di DAS Sungai Bendung efektif untuk membantu penanggulangan dampak banjir khususnya di kawasan hilir DAS Sungai Bendung dengan membantu mempercepat waktu genangan di kawasan banjir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin berterima kasih pada Balai Wilayah Sungai Sumatera 8 dan rekan-rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan pengukuran lapangan. Tidak lupa untuk narasumber yang telah memberikan masukan sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbaningrum, R. (2018). Pemodelan Pola Operasi Sistem Pompa Pada Desain Polder Guna Mitigasi Banjir Dan Rob Di Wilayah Semarang Timur. *Jurnal Teknik Undip*, 39(2), 137 – 143. Semarang.
DOI: <https://doi.org/10.14710/teknik.v39i2.18045>
- BBWS Sumatera 8. (2018) *Laporan Kajian Pengendalian Banjir Kota Palembang*. Palembang. Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2012). *Buku Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*. Kementerian PUPR. Jakarta.
- Hanum, H. & Setyawan, D. (2019). Analisis Deskriptif Terhadap Curah Hujan Harian Kota Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2019*. Palembang.
- Indrawan, D., Hana, M.A., Zulfan, J., & Bachtiar. (2011). *Pemodelan Banjir Perkotaan Di Kota Semarang*. Kolokium Hasil Litbang Pusair. Bandung.
- Roslani, D., Zulfan, J., & Kumala, E.K. (2013). Kajian Optimasi Desain Saluran Dalam Rangka Pengendalian Banjir Di Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 4(1).
- Purnaditya, N. P. (2018). Mitigasi Banjir Melalui Operasi Pompa Dengan Pendekatan Hidrograf Satuan Sintetis Pada Waduk Tomang Barat, Jakarta. *Prosiding PIT ke-5 Riset Kebencanaan IABI*. Universitas Andalas. Padang.
- Rusli, S. R., Hidayah, A., & Yudianto, D. (2016). Pemodelan Pola Operasi Sistem Pompa Pada Desain Polder Guna Mitigasi Banjir Dan Rob Di Wilayah Semarang Timur. *Prosiding Seminar Teknik Sumber Daya Air 2016*. Bandung.
- Sawarendro. (2010). *Sistem Polder dan Tanggul Laut*. Yogyakarta: ILWI (Indonesian Land Reclamation and Water Management Institute).
- Tjahyadi, Y. G. (2011). *Studi Pengendalian Banjir Dengan Menggunakan Pompa Pada Daerah Pengaliran Kali Kandangan Kotamadya Surabaya*. Skripsi. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Jawa Timur.
- Wibowo, R. (2015). *Studi Optimasi Pengoperasian Pompa Pada Waduk Pluit di Jakarta*. Skripsi. Universitas Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Zulfan, J. (2015). Efektifitas Hidraulik Penambahan Pintu Air Melalui Uji Model Fisik 3d Dan Model Numerik 1d (Studi Kasus: Pintu Air Manggarai). *Jurnal Teknik Hidraulik*, 4(1).
- Zulfan, J. (2017). Optimasi Hidraulik Penanganan Gerusan di hilir bendung, Studi kasus : Bendung Rengrang, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 8(1).
- Zulfan, J., Indrawan, D., & Yiniarti, F. (2013). Pemodelan Numerik Pengamanan Sungai Saddang Dengan Menggunakan Krib. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 4(1).