

Unjuk Kerja Parapet pada Sungai Bogowonto dengan Menggunakan *Software* HEC-RAS Versi 4.1.0

Fajar Setianingsih*, Didik Purwantoro

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

Kata Kunci:

HEC-RAS
HSS Limantara
Kapasitas Sungai
Parapet
Sungai Bogowonto

Keywords:

Bogowonto River
HEC-RAS
Limantara Synthetic
Unit Hydrograph
Parapet
River Capacity

ABSTRAK

Banjir sering terjadi di Sungai Bogowonto, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah, akibat kapasitas penampang terbatas. Penelitian ini menganalisis kapasitas sungai sebelum dan sesudah pembangunan parapet di ruas P.382-P.455. Metode kuantitatif digunakan dengan analisis hidrologi Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Limantara untuk memperkirakan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, dan 1000 tahun secara berturut-turut mencapai 560 m³/s, 784 m³/s, 935 m³/s, 1079 m³/s, 1272 m³/s, 1422 m³/s, 1572 m³/s, dan 1927 m³/s. Sementara itu, analisis hidraulika dengan HEC-RAS 4.1.0. Hasil menunjukkan sebelum pembangunan parapet, sungai tidak mampu menahan debit banjir 2 tahun, sedangkan setelah pembangunan parapet, kapasitas meningkat dan mampu menahan hingga debit 5 tahun. Penelitian ini menegaskan efektivitas parapet dalam meningkatkan kapasitas penampang dan mengurangi risiko banjir, sebagai dasar perencanaan pengelolaan sungai di wilayah studi.

ABSTRACT

Floods frequently occur in the Bogowonto River, Purworejo Regency, Central Java, due to its limited cross-sectional capacity. This study analyzes the river's capacity before and after the construction of parapets along segment P.382–P.455. A quantitative method was employed, utilizing the Limantara Synthetic Unit Hydrograph for hydrological analysis to estimate design flood discharges for return periods of 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, and 1000 years, yielding results of 560 m³/s, 784 m³/s, 935 m³/s, 1079 m³/s, 1272 m³/s, 1422 m³/s, 1572 m³/s, and 1927 m³/s, respectively. Hydraulic analysis was conducted using HEC-RAS 4.1.0. The results indicate that prior to parapet construction, the river could not withstand even a 2-year flood discharge. However, after construction, its capacity increased sufficiently to accommodate up to a 5-year flood discharge. This study confirms the effectiveness of parapets in enhancing cross-sectional capacity and mitigating flood risk, providing a foundation for river management planning in the study area.



This is an open access article under the CC-BY license.

1. Pendahuluan

Banjir merupakan bencana yang umum terjadi pada musim hujan, disebabkan oleh intensitas curah hujan tinggi, kapasitas aliran sungai yang terbatas, serta perubahan bentang alam dan pola pemanfaatan lahan di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS). Karakteristik sungai dipengaruhi oleh kondisi morfologi dan mekanisme aliran yang terjadi pada sungai tersebut [1]. Di Kabupaten Purworejo, Sungai Bogowonto berhulu di lereng Gunung Sumbing dan bermuara di Samudra Hindia. Sering meluap karena penampangnya tidak mampu menampung debit banjir tahunan. DAS Bogowonto memiliki luas sebesar 605,91 km² dengan topografi dataran tinggi di utara yang rawan longsor dan dataran rendah di selatan yang rentan genangan [2].

Untuk menanggukangi banjir, Kementerian pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui BBWA Serayu-Opak telah membangun berbagai bangunan pegendali banjir, termasuk tanggul parapet pada ruas P.382-P.455 [3]. Namun, meski sudah dibangun parapet, luapan masih terjadi pada debit tertentu. Belum tersedianya simulasi hidrologi dan hidraulika yang mempertimbangkan besaran debit banjir rancangan dan kinerja parapet mendorong perlunya kajian lebih mendalam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi debit banjir rancangan untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, dan 1000 tahun menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Limantara, serta membandingkan kapasitas aliran sebelum dan sesudah pembangunan parapet melalui pemodelan HEC-RAS 4.1.0. Hasil studi

*Corresponding author.

E-mail: fajarsetianingsih.2019@student.uny.ac.id

Available online 1 September 2025

diharapkan menjadi acuan teknis dalam penentuan tinggi parapet dan strategi pengendalian banjir yang lebih efektif di Sungai Bogowonto.

2. Metode Penelitian

2.1. Uji Konsistensi Data Hujan

Data hujan yang tidak konsisten tidak dapat langsung digunakan dalam analisis hidrologi, perlu dilakukan uji konsistensi sebelum pemrosesan lebih lanjut. Berikut beberapa metode yang dapat diterapkan, meliputi:

- 1) Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve*)
- 2) *Van Neumann Ratio*
- 3) *Cumulative Deviation*
- 4) *Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS)*
- 5) *Weighted Adjusted Partial Sums (WAPS)*

Penelitian ini memilih pendekatan RAPS karena hanya bergantung pada data satu stasiun dan dianggap lebih teliti. RAPS menghitung kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dan menormalisasinya dengan simpangan baku untuk menentukan statistik Q dan R, lalu membandingkannya dengan nilai kritik [4].

2.2. Analisis Hujan Kawasan

Perhitungan hujan rata-rata dapat ditentukan melalui metode berikut [5]:

- 1) Metode Rerata Aritmatik (aljabar)
- 2) Metode *Polygon Thiessen*
- 3) Metode *Isohyet*

Dipilih metode *Polygon Thiessen* guna menghitung curah hujan rata-rata daerah. Metode ini mempertimbangkan bobot setiap stasiun hujan berdasarkan luas area yang diwakilinya.

2.3. Analisis Frekuensi Distribusi Hujan

Analisis frekuensi merupakan pendekatan statistik untuk memperkirakan probabilitas curah hujan [6]. Diperlukan untuk menghubungkan kejadian ekstrem (seperti hujan maksimum tahunan) dan frekuensinya melalui distribusi probabilitas [7]. Analisis frekuensi mencari nilai beberapa parameter statistik meliputi curah hujan rata-rata ($\bar{x}$), simpangan baku (Sd), koefisien kemiringan (Cs), koefisien kurtosis (Ck), serta koefisien variasi (Cv).

2.4. Distribusi Probabilitas

Bentuk distribusi kontinyu teoritis yang digunakan pada analisis frekuensi hidrologi meliputi Distribusi Normal,

Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Pearson III.

2.5. Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk memastikan bahwa jenis distribusi yang dipilih sudah sesuai dengan data yang ada, dilakukan pengujian kesesuaian distribusi frekuensi. Uji yang bisa dilakukan adalah Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov.

2.6. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) adalah nilai rasio antara laju puncak aliran permukaan dengan intensitas hujan. Faktor utama yang berpengaruh terhadap nilai koefisien pengaliran yaitu infiltrasi tanah, vegetasi penutup lahan, serta intensitas hujan [8].

2.7. Distribusi Hujan

Analisis distribusi hujan dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu menghitung hujan efektif, menentukan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe, dan menghitung waktu konsentrasi (Tc) dengan rumus empiris Haspers.

2.8. Analisis Banjir Rancangan

Banjir rancangan didefinisikan sebagai besaran debit maksimum dengan periode ulang yang telah ditentukan. Perhitungannya memerlukan input hujan rancangan yang didistribusikan ke dalam kedalaman hujan per jam. Karena data yang tersedia pada penelitian ini adalah data hujan harian, maka model distribusi hujan, yaitu Alternating Block Method (ABM) digunakan untuk memperoleh kedalaman hujan per jam dari hujan rancangan. Selanjutnya, melakukan analisis debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Limantara.

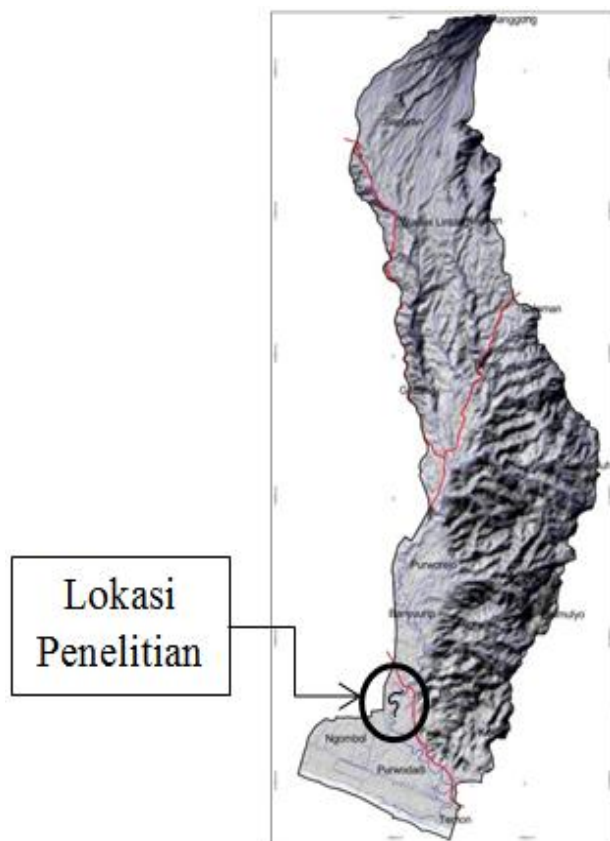
2.9. Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika pada Sungai Bogowonto ruas P.382-P.455 dilakukan dengan software HEC-RAS versi 4.1.0. Prosedur pemodelan hidraulika terdiri dari lima langkah pokok, antara lain: pembuatan file proyek, peniruan geometri sungai, peniruan aliran, perhitungan hidraulika, dan interpretasi hasil [9].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Hidrologi

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah hulu Sungai Bogowonto dengan meninjau beberapa desa yang telah selesai pembangunan parapet. Untuk memperjelas lokasi penelitian, bisa dilihat melalui Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Lima stasiun hujan paling dekat dengan lokasi studi meliputi Stasiun Purworejo, Kaligesing, Katerban, Kedung Putri, dan Gunung Butak. Data curah hujan yang tersedia mencakup rentang waktu 20 tahun, yakni dari periode 2002 hingga 2021. Analisis hujan harian kawasan maksimum dilakukan dengan pendekatan Annual Max Series, di mana satu nilai curah hujan tertinggi dipilih setiap tahunnya pada hari yang sama.

Sebelum digunakan, data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan harus melalui pengujian konsistensi atau kepenggahan guna memastikan apakah data pangkah dan dapat langsung digunakan. Dari kelima stasiun hujan hanya satu stasiun yang tidak konsisten dan perlu dikoreksi, yaitu Stasiun Kaligesing.

Analisis hujan kawasan tahunan maksimum dilakukan dengan memanfaatkan data curah hujan harian kawasan maksimum terbaru setelah melalui proses pengujian konsistensi. Selanjutnya, untuk menentukan curah hujan rata-rata di wilayah penelitian, diterapkan metode Polygon Thiessen. Luas polygon thiessen untuk setiap stasiun hujan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Polygon Thiessen DAS Bogowonto

No	Nama Stasiun	Luas (km ²)	Persentase Wilayah (km ²)
1	S. Purworejo	16,97	0,035
2	S. Kaligesing	74,57	0,154
3	S. Katerban	31,64	0,066
4	S. Kd Putri	328,62	0,680
5	S. Gn Butak	31,47	0,065
Luas Total		483,28	

Analisis frekuensi bertujuan untuk menentukan hubungan antara besaran kejadian ekstrem dan frekuensinya menggunakan distribusi probabilitas. Hasil perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Statistik

No	Jenis Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitung	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	1,38	Tidak
		$C_k \approx 3$	5,44	Tidak
2	Log Normal	$C_s \approx 0,649$	1,40	Tidak
		$C_k \approx 3,759$	6,79	Tidak
3	Gumbel	$C_s \approx 1,1396$	1,38	Tidak
		$C_k \approx 5,4002$	5,44	Tidak
4	Log Pearson III	Selain nilai di atas	-	Ya

Distribusi probabilitas yang digunakan untuk analisis hidrologi meliputi Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, serta Log Pearson III. Setelah melakukan analisis frekuensi menggunakan beberapa distribusi probabilitas, tahap berikutnya adalah menguji kecocokan distribusi frekuensi. Dalam penelitian ini, uji kecocokan tersebut menggunakan dua metode, yakni Uji Chi-Kuadrat serta Uji Smirnov Kolmogorov. Rekapitulasi pengujian kecocokan distribusi probabilitas tercantum pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
X^2	5,5	2,5	6,5	14,5
X^2_{cr}	5,991	5,991	5,991	5,991
Keterangan	Ya	Ya	Tidak	Tidak

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorov

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
ΔP_{max}	0,95	0,94	0,93	0,78
ΔP_{cr}	0,29	0,29	0,29	0,29
Keterangan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Setelah dilakukan perhitungan besarnya curah hujan untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun, diperoleh besarnya curah hujan berdasarkan masing-masing distribusi probabilitas. Hasil besarnya curah hujan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Curah Hujan Kala Ulang

Kala Ulang (thn)	Curah Hujan Rencana (mm)			
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
2	116,35	107,43	108,82	103,99
5	159,28	150,32	163,32	148,45
10	181,76	179,24	199,41	182,30
20	200,16	206,99	234,02	213,06
50	221,11	243,87	278,82	270,19
100	235,42	272,77	312,40	313,66
200	248,19	301,45	345,84	361,22
1000	274,26	369,65	423,34	391,11

Berdasarkan syarat distribusi yang telah terpenuhi, maka dipilih Distribusi Log Normal sebagai distribusi probabilitas untuk curah hujan rencana.

Koefisien pengaliran (C) dianalisis menggunakan peta rupa bumi Indonesia (RBI) dan software ArcGIS, sehingga jenis penggunaan lahan dan luasan dapat diketahui. Hasil analisis dirinci dalam Tabel 6.

Distribusi hujan diperlukan untuk mengonversi hujan rancangan menjadi hujan jam-jaman. Proses perhitungan antara lain menghitung hujan efektif, menentukan waktu konsentrasi (T_c) menggunakan rumus empiris Haspers, dan intensitas hujan dengan menerapkan pendekatan Mononobe, sedangkan hyetograph distribusi hujan menggunakan metode Alternating Block Method (ABM)

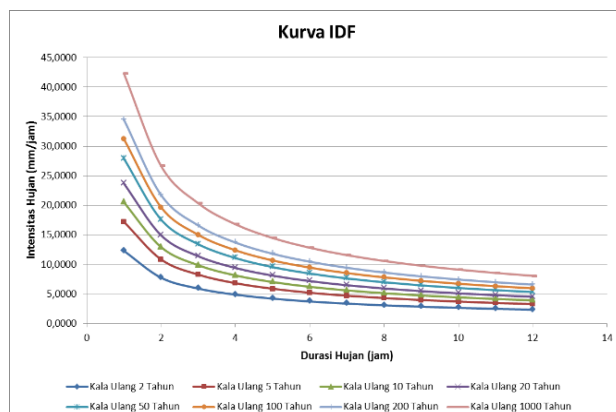
yaitu metode sederhana untuk menyusun hyetograph rancangan dari kurva IDF. Kurva IDF menggambarkan keterikatan antara tiga parameter, yaitu intensitas, durasi, serta frekuensi atau periode ulang hujan. Gambar 2 adalah hasil kurva IDF.

Tabel 6. Koefisien Pengaliran (C)

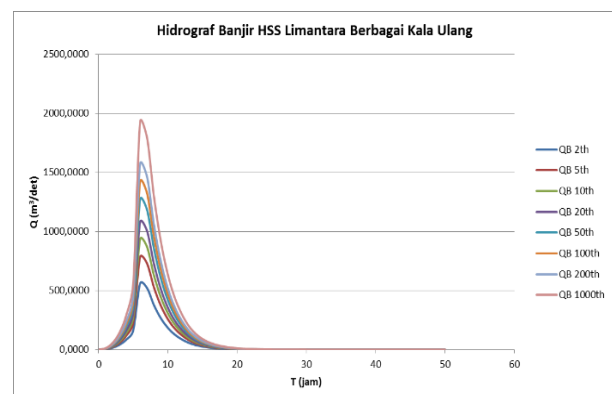
No	Penutup Lahan	Luas (Ha)	Koef.	C
	1	2	3	(2 x 3)/4
1	Ladang	12,99	0,03	0,0008
2	Perkebunan	230,46	0,4	0,1907
3	Pemukiman	54,98	0,6	0,0683
4	Sawah	58,61	0,15	0,0182
5	Lain-lain (Terbuka)	126,24	0,2	0,0522
Total (4)		483,28	1,38	0,3302

Analisis debit banjir rancangan dilakukan dengan mengaplikasikan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Limantara. Metode ini dipilih dikarenakan belum pernah digunakan pada penelitian terdahulu di DAS Bogowonto. Hasil hidrograf banjir untuk berbagai kala ulang disajikan dalam Gambar 3.

Debit banjir rancangan dengan pendekatan HSS Limantara selanjutnya dikomparasikan dengan data pencatatan debit banjir di Bendung Boro dari tahun 2000 hingga 2019. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana hasil perhitungan mendekati data lapangan. Hasil perbandingan antara debit banjir hasil perhitungan HSS Limantara dan data pencatatan di Bendung Boro dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 2. Kurva IDF



Gambar 3. Hidrograf Banjir HSS Limantara

Tabel 7. Perbandingan Debit Banjir

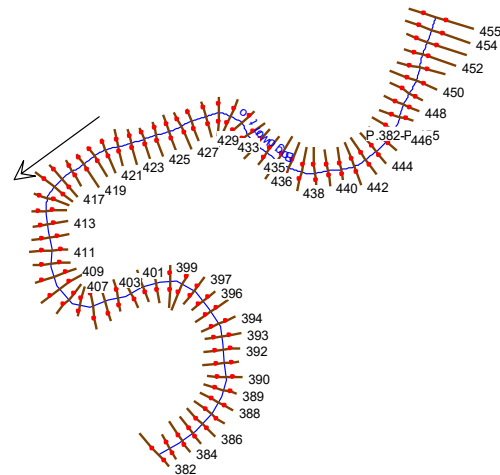
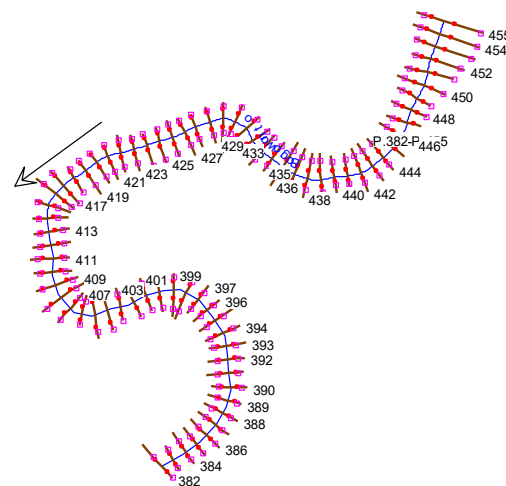
Kala Ulang (Tr)	Banjir Rancangan HSS Limantara (m ³ /det)
2th	560
5th	784
10th	935
20th	1079
50th	1272
100th	1422
200th	1572
1000th	1927
Tahun	Debit Banjir Bendung Boro (m ³ /det)
2019	753
2018	583
2017	787
2016	1225
2015	1626
2014	634
2013	554
2012	1203
2011	635
2010	1157
2009	945
2008	582
2007	791
2006	624
2005	1457
2004	732
2003	1172
2002	1020
2001	316
2000	556

Berdasarkan Tabel 7, terlihat bahwa dari 20 data pencatatan debit di Bendung Boro, semuanya mendekati nilai debit banjir rancangan dengan berbagai periode ulang (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun). Hasil ini membuktikan bahwa metode HSS Limantara memiliki validitas untuk diterapkan dalam perhitungan debit banjir rancangan di DAS Bogowonto, khususnya di Sungai Bogowonto ruas P.382-P.455

2.10. Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika pada Sungai Bogowonto ruas P.382-P.455 dilakukan dengan memanfaatkan software HEC-RAS versi 4.1.0. Data penampang memanjang Sungai Bogowonto yang dianalisis adalah ruas P.382-P.455, dengan total panjang 3,68 km. Untuk data penampang melintang (cross section) digunakan dua model geometri, yaitu geometri I untuk kondisi sebelum pembangunan parapet dan geometri II untuk kondisi sesudah pembangunan parapet. Jarak antar cross section

ditetapkan setiap 50 m. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan geometri data Sungai Bogowonto sebelum dan sesudah pembangunan parapet.

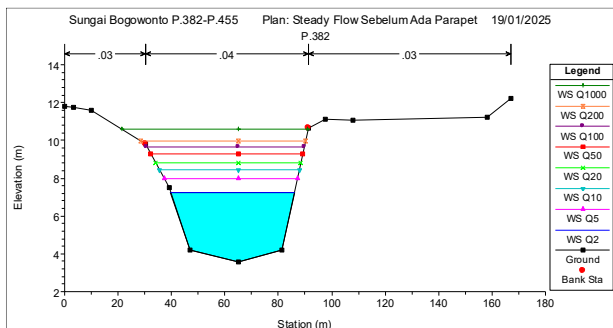
**Gambar 4.** Geometri Data Sebelum Pembangunan Parapet**Gambar 5.** Geometri Data Sesudah Pembangunan Parapet

Simulasi aliran yang diterapkan pada analisis ini adalah aliran tunak/permanen (steady flow analysis). Pemilihan metode ini bertujuan untuk memperkirakan perubahan muka air sebelum dan sesudah pembangunan parapet. Data yang diperlukan dalam simulasi aliran permanen meliputi debit banjir rancangan dengan berbagai periode ulang dan kemiringan sungai.

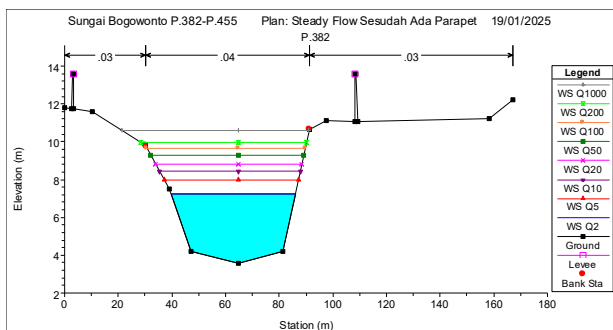
Debit banjir rancangan kala ulang dihitung melalui metode HSS Limantara, menghasilkan nilai Q2, Q5, Q10, Q20, Q50, Q100, Q200, hingga Q1000 tahun masing-masing sebesar 560 m³/s, 784 m³/s, 935 m³/s, 1079 m³/s, 1272 m³/s, 1422 m³/s, 1572 m³/s, dan 1927 m³/s. Selanjutnya, boundary conditions diinput dengan menetapkan kemiringan sungai sebesar S=0,007.

Setelah dilakukan running, program HEC-RAS menyajikan hasil analisis berupa grafik dan tabel. Grafik hasil analisis profil melintang dan memanjang dengan kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet ditampilkan pada Gambar 6 hingga Gambar 27.

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.382 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q200 tahun. Namun, setelah pembangunan parapet, tidak terjadi luapan pada semua debit banjir rancangan periode ulang tersebut, sehingga penampang P.382 dinyatakan aman. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.382 ditunjukkan dalam Gambar 6 dan Gambar 7.

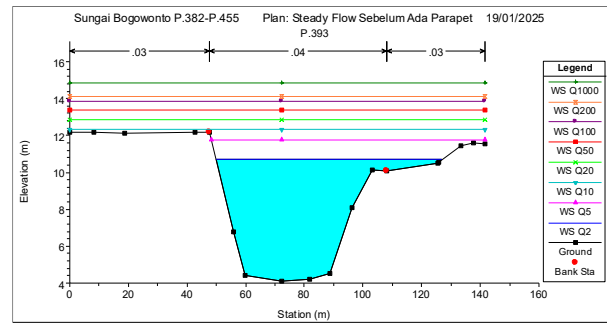


Gambar 6. Hasil Analisis P.382 Sebelum Pembangunan Parapet

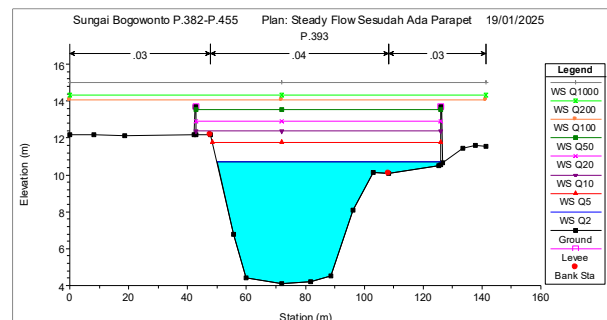


Gambar 7. Hasil Analisis P.382 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.393 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q100 tahun, sehingga penampang P.393 dinyatakan meluap pada Q100 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.393 ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.

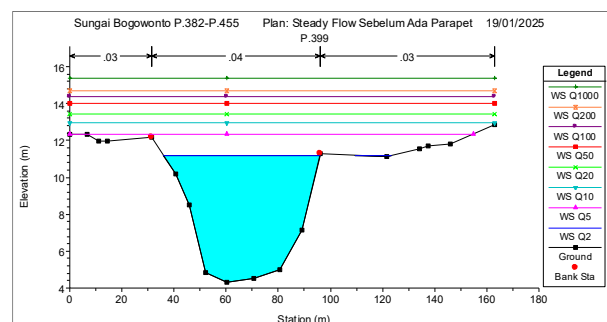


Gambar 8. Hasil Analisis P.393 Sebelum Pembangunan Parapet

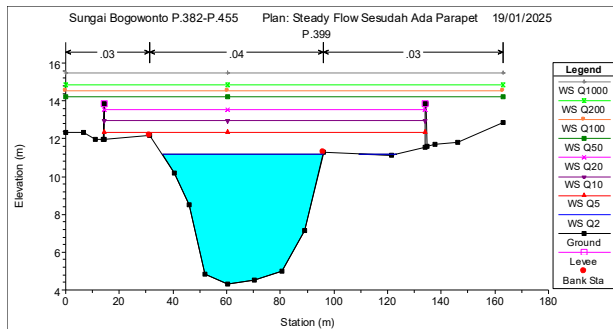


Gambar 9. Hasil Analisis P.393 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.399 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q5 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q50 tahun, sehingga penampang P.399 dinyatakan meluap pada Q50 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.399 ditunjukkan dalam Gambar 10 dan Gambar 11.

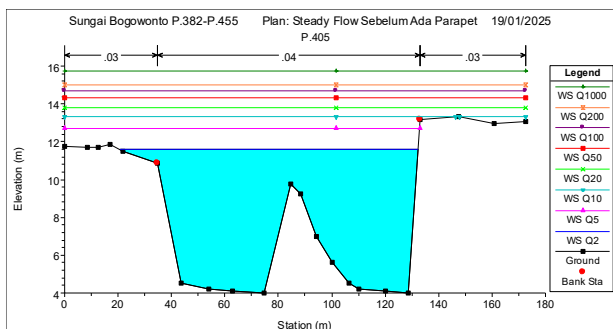


Gambar 10. Hasil Analisis P.399 Sebelum Pembangunan Parapet

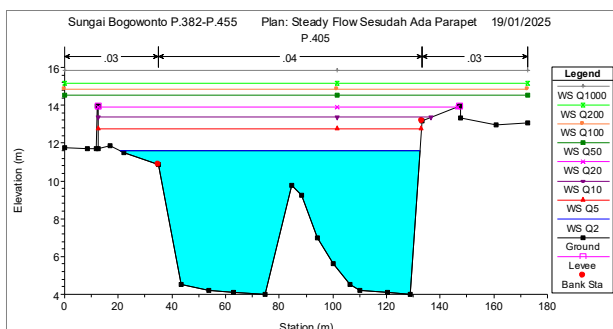


Gambar 11. Hasil Analisis P.399 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.405 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q50 tahun, sehingga penampang P.405 dinyatakan meluap pada Q50 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.405 ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.



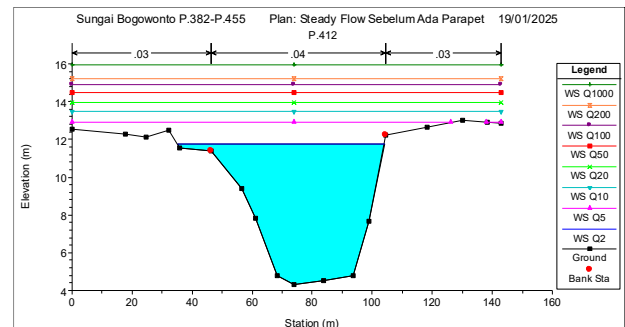
Gambar 12. Hasil Analisis P.405 Sebelum Pembangunan Parapet



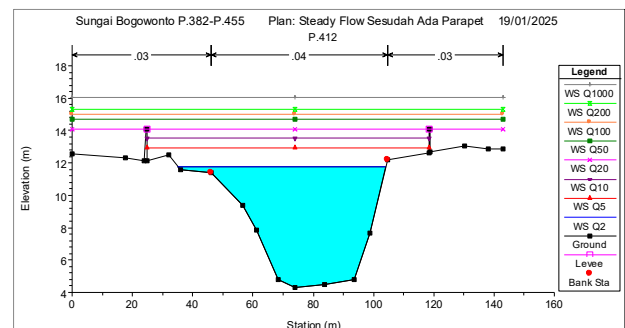
Gambar 13. Hasil Analisis P.405 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.412 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q20 tahun, sehingga penampang

P.412 dinyatakan meluap pada Q20 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.412 ditunjukkan dalam Gambar 14 dan Gambar 15.

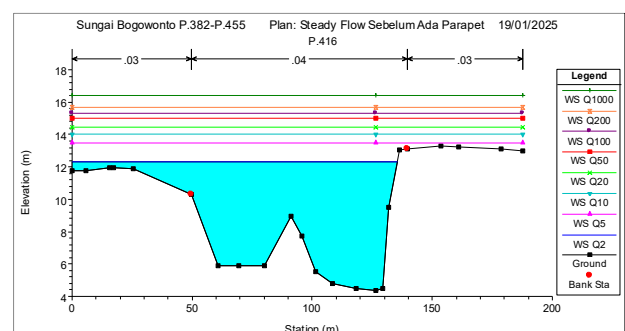


Gambar 14. Hasil Analisis P.412 Sebelum Pembangunan Parapet

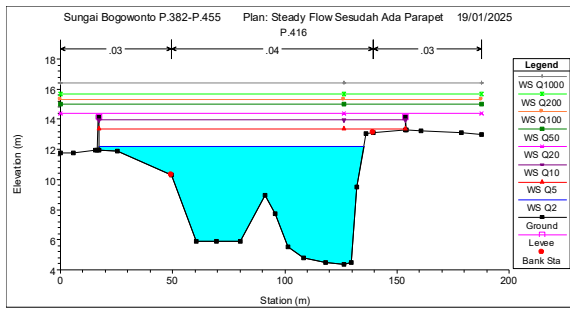


Gambar 15. Hasil Analisis P.412 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.416 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q20 tahun, sehingga penampang P.416 dinyatakan meluap pada Q20 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.416 disajikan dalam Gambar 16 dan Gambar 17.

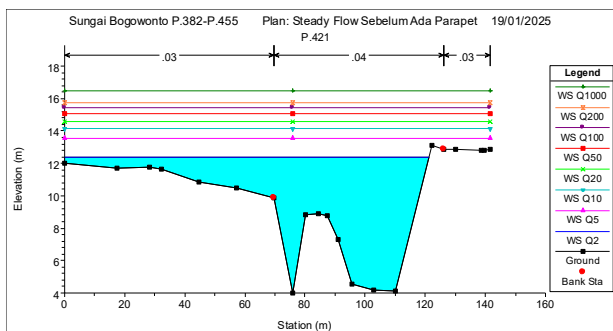


Gambar 16. Hasil Analisis P.416 Sebelum Pembangunan Parapet

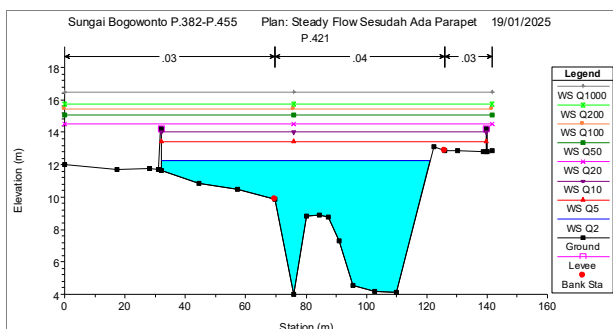


Gambar 17. Hasil Analisis P.416 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.421 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q20 tahun, sehingga penampang P.421 dinyatakan meluap pada Q20 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.421 ditunjukkan pada Gambar 18 dan Gambar 19.



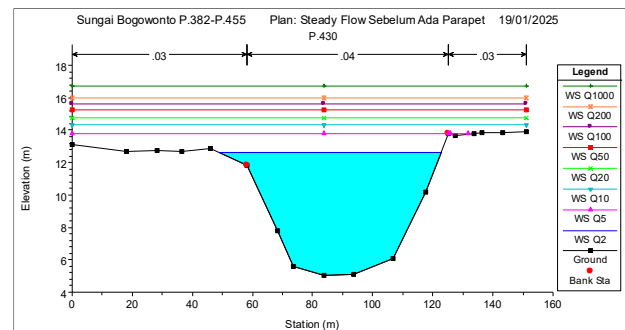
Gambar 18. Hasil Analisis P.421 Sebelum Pembangunan Parapet



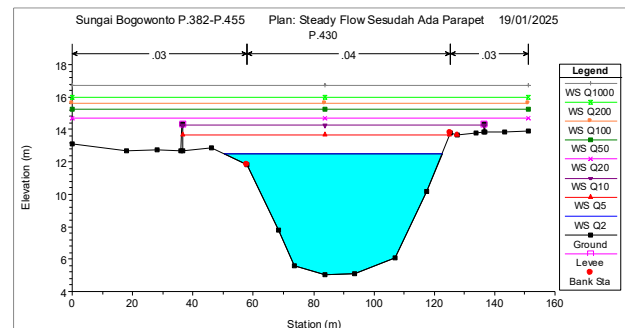
Gambar 19. Hasil Analisis P.421 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.430 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q20 tahun, sehingga penampang

P.430 dinyatakan meluap pada Q20 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.430 disajikan dalam Gambar 20 dan Gambar 21.

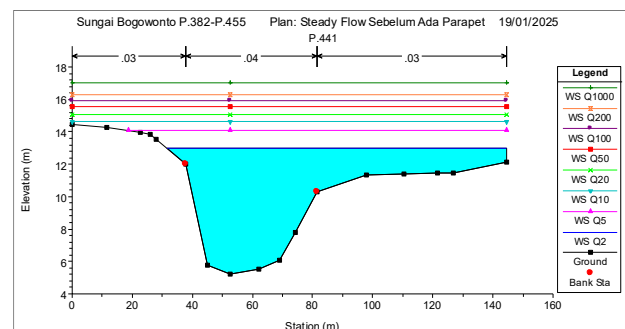


Gambar 20. Hasil Analisis P.430 Sebelum Pembangunan Parapet

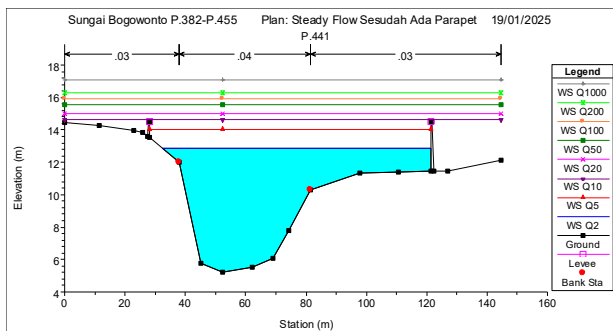


Gambar 21. Hasil Analisis P.430 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.441 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q10 tahun, sehingga penampang P.441 dinyatakan meluap pada Q10 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.441 disajikan dalam Gambar 22 dan Gambar 23.

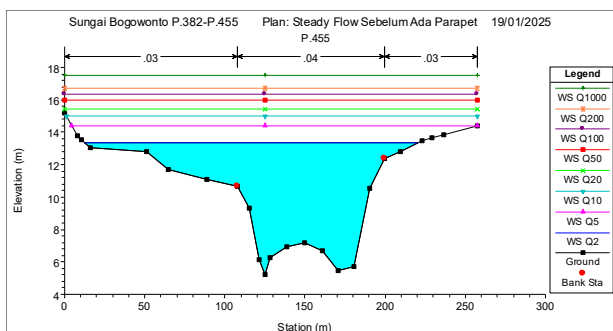


Gambar 22. Hasil Analisis P.441 Sebelum Pembangunan Parapet

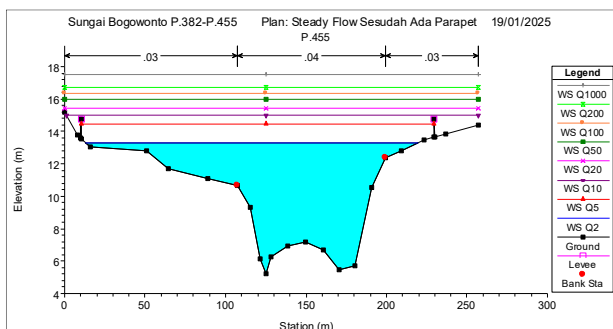


Gambar 23. Hasil Analisis P.441 Sesudah Pembangunan Parapet

Hasil analisis untuk Sungai Bogowonto ruas P.455 dengan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, terjadi luapan di bantaran sungai pada debit Q2 tahun. Setelah pembangunan parapet, terjadi luapan pada debit Q10 tahun, sehingga penampang P.455 dinyatakan meluap pada Q10 tahun. Grafik hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet pada ruas P.455 disajikan dalam Gambar 24 dan Gambar 25.

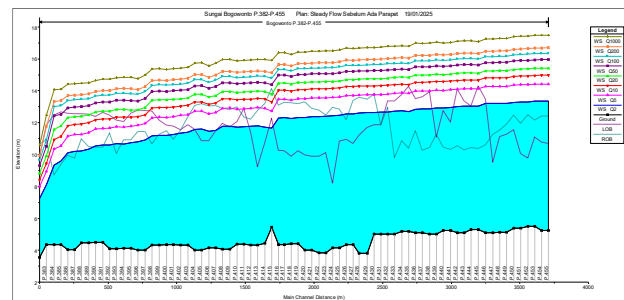


Gambar 24. Hasil Analisis P.455 Sebelum Pembangunan Parapet

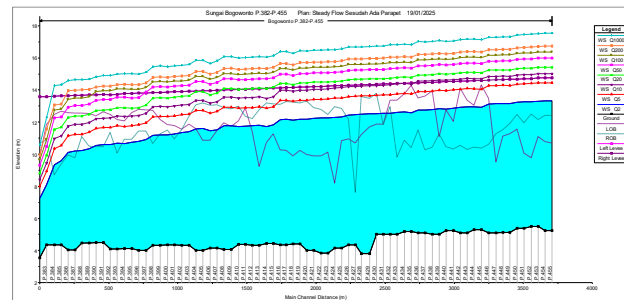


Gambar 25. Hasil Analisis P.455 Sesudah Pembangunan Parapet

Grafik hasil analisis penampang memanjang kondisi sebelum dan sesudah pembangunan parapet ditunjukkan dalam Gambar 26 dan Gambar 27.



Gambar 26. Hasil Analisis Penampang Memanjang Sebelum Pembangunan Parapet



Gambar 27. Hasil Analisis Penampang Memanjang Sesudah Pembangunan Parapet

Rekapitulasi hasil analisis kapasitas penampang Sungai Bogowonto menggunakan software HEC-RAS dengan debit banjir rancangan metode HSS Limantara untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, hingga 1000 tahun menunjukkan bahwa sebelum pembangunan parapet, sebagian besar penampang mengalami luapan di bantaran sungai. Hanya terdapat 2 penampang, yakni P.382 dan P.383, yang dapat menampung debit banjir rancangan periode ulang 100 tahun. Sedangkan, sebanyak 19 penampang, yakni P.382, P.383, P.388, P.389, P.392, P.394, P.395, P.396, P.397, P.399, P.400, P.402, P.403, P.404, P.408, P.410, P.411, P.415, dan P.432 dapat menampung debit banjir rancangan periode ulang 2 tahun. Sementara itu, 55 penampang lainnya tidak memadai untuk periode ulang 2 tahun.

Sesudah pembangunan parapet, hasil analisis menunjukkan peningkatan kapasitas penampang secara bertahap sesuai periode ulang:

- Kala ulang 1000 tahun: terdapat 2 penampang (P.382 dan P.383) yang mampu menampung debit.
- Kala ulang 200 tahun: terdapat 4 penampang (P.382 hingga P.385) yang mampu menampung debit.
- Kala ulang 100 tahun: terdapat 8 penampang (P.382 hingga P.389) yang dapat menampung debit.
- Kala ulang 50 tahun: 15 penampang (P.382 hingga P.396) yang mampu menampung debit.
- Kala ulang 20 tahun: sebanyak 26 penampang (P.382 hingga P.407) yang mampu menampung debit.
- Kala ulang 10 tahun: sebanyak 53 penampang (P.382

hingga P.433, serta P.435) yang mampu menampung debit.

- g. Kala ulang 5 tahun: seluruh penampang, yakni P.382 hingga P.455 dapat menampung debit.
- h. Kala ulang 2 tahun: seluruh penampang, yakni P.382 hingga P.455 dapat menampung debit.

4. Simpulan

Berdasarkan analisis unjuk kerja parapet pada Sungai Bogowonto, diperoleh perhitungan debit banjir rancangan dengan metode HSS Limantara Q2, Q5, Q10, Q20, Q50, Q100, Q200, hingga Q1000 tahun masing-masing sebesar $560 \text{ m}^3/\text{s}$, $784 \text{ m}^3/\text{s}$, $935 \text{ m}^3/\text{s}$, $1079 \text{ m}^3/\text{s}$, $1272 \text{ m}^3/\text{s}$, $1422 \text{ m}^3/\text{s}$, $1572 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $1927 \text{ m}^3/\text{s}$. Kondisi eksisting sungai (sebelum pembangunan parapet) belum memadai untuk menampung debit banjir periode ulang 2 tahunan, hanya 19 dari 74 penampang yang aman, sementara 55 penampang berpotensi meluap. Setelah pembangunan parapet beton di kedua sisi aliran, seluruh penampang mampu menampung debit rancangan untuk periode ulang 2 tahun ($560 \text{ m}^3/\text{detik}$) maupun 5 tahun ($784 \text{ m}^3/\text{detik}$) tanpa luapan, sehingga parapet terbukti efektif meningkatkan kapasitas penampang sungai.

Daftar Rujukan

- [1] Hendrasari, R. S. (2012). Model Aliran Steady Non Uniform (Studi kasus pada Sungai Bedog Daerah Istimewa Yogyakarta). *Inersia: Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 8(1).
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai*.
- [3] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak SNVT Pelaksanaan Jaringan Sumber Air Serayu Opak. (2020). *Surat Perjanjian Kontrak Harga Satuan Paket Pekerjaan Konstruksi Pekerjaan Pembangunan Sarana Pengendali Banjir Sungai Bogowonto dan Anak Sungainya (KSN YIA) (MYC)*.
- [4] Harto, S. (2009). *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*. Nafitri.
- [5] Triatmodjo, B. (2019). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- [6] Fajriani, Q. R., Utari, K. U. N., & Nurulita, R. (2022). The Impact of Dam Reservoir on Flood Reduction (Case Study Logung Reservoir, Kudus, Central Java). *Inersia: Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 18(2).
- [7] Hariyadi, J. S., Istiarto, I., & Raharjo, A. P. (2023). Evaluation of Flood Control Performance in the Talangsari Watershed, Samarinda, East Kalimantan. *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 19(1), 1-11.
- [8] Arsyad, S. (2006). *Media Pembelajaran*. Raja Grafindo Persada.
- [9] Istiarto. (2014). *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Dasar: Simple Geometry River*. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM.