

Analisis Penurunan Muka Air Akibat Pembangunan *Floodway* di Muara Sungai Batang Air Haji, Kabupaten Pesisir Selatan

*Elvi Roza Syofyan, Zahrul Umar, Yurisman, Nursahaya Utama & Anisa Endah Husadi

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang 25163
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576, Indonesia

Email: syofyan_er@yahoo.co.id

Dikirim: 23 November 2023

Direvisi: 25 Januari 2024

Diterima: 26 Januari 2024

ABSTRAK

Pesisir Barat Provinsi Sumatera Barat memiliki panjang pantai ± 540 km dan sungai yang mengalir ke pantai barat kurang lebih 63 sungai salah satunya Batang Air Haji di Kabupaten Pesisir Selatan. Selain airnya digunakan untuk pertanian, muara Batang Air Haji juga digunakan sebagai tempat bersandar perahu nelayan. Saat ini muara Batang Air Haji membelok ke selatan sejauh 3 km. Hal ini terjadi karena arah gelombang laut di lokasi ini dominan datang dari utara dan menyebabkan muara Batang Air Haji lebih panjang dengan kemiringan dasar sungai yang sangat landai. Hal ini menyebabkan kecepatan aliran air menjadi sangat lambat dan ketika terjadi debit sungai yang besar maka banjir terjadi di bagian hulu muara Batang Air Haji yaitu Kenagarian Air Haji. Kajian ini berisi tentang pengaruh pembangunan *floodway* yang dibangun tegak lurus pantai dengan memperpendek muara Batang Air Haji terhadap penurunan muka air banjir di Kenagarian Air Haji Kabupaten Pesisir Selatan. Data yang digunakan adalah data hujan harian maksimum tahunan, analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan Distribusi Probabilitas Normal, Distribusi Probabilitas Gumbel, Distribusi Probabilitas Log Normal, Distribusi Probabilitas Log Person Tipe III. Uji distribusi probabilitas dilakukan dengan menggunakan metode chi kuadrat dan metode smirnov kolmogorof. Analisis debit banjir rencana dengan menggunakan metode rasional, metode hasper, metode HSS Nakayasu. Kemudian *software* HECRAS 5.0.3 digunakan sebagai pembuatan model hidrologi dalam bentuk model tiruan sungai Batang Air Haji. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa penurunan muka air di Muara Batang Air Haji akibat pembangunan *floodway* adalah setinggi 0,510 m.

Kata kunci: *Floodway*, HEC-RAS, Batang Air Haji

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda, penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Selanjutnya banjir dapat merusak bangunan prasarana, sarana dan lingkungan hidup serta merusak tata guna kehidupan masyarakat. Oleh sebab itu, bencana banjir perlu ditanggulangi dengan serius. Dengan anggapan bahwa, permasalahan banjir merupakan masalah umum, sudah semestinya dari berbagai pihak perlu memperhatikan hal-hal yang dapat mengakibatkan banjir dan sedini mungkin diantisipasi, untuk memperkecil kerugian yang ditimbulkan (Kodoatie, 2013).

Muara sungai berfungsi sebagai pembuangan atau pengeluaran debit sungai ke laut terutama pada waktu banjir. Debit aliran di muara sungai juga dipengaruhi oleh fungsi muara yang harus melewati debit yang ditimbulkan oleh pasang surut yang bisa lebih besar dari debit itu sendiri. Oleh sebab itu, muara sungai harus cukup dalam dan lebar, bebas dari endapan yang dapat memperkecil tampang alirannya dan dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut (Ishak, 2018). Penelitian ini berisi analisis terhadap pengaruh pembangunan *floodway* sebagai pengendalian banjir di muara Batang Air Haji, Kabupaten Pesisir Selatan. Perencanaan pembangunan *floodway* ini dibangun sepanjang 608 m dan tegak lurus pantai dengan memperpendek muara Batang Air Haji, sehingga diharapkan dapat menurunkan tinggi muka air banjir pada bagian hulu muara (Anandhita and Hambali, 2015; Fedora et al., 2019).

Pasang surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik (dalam kurun tertentu) yang dipengaruhi oleh gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi dan untuk pengaruh gravitasi benda-benda langit lainnya diabaikan karena jaraknya yang jauh atau ukurannya lebih kecil. Pada lokasi penelitian, *floodway* dibangun tegak lurus pantai dan terhubung langsung ke laut. Sehingga pasang surut air laut memiliki pengaruh terhadap aliran di Batang Air Haji. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung debit rencana di kawasan Muara Batang Air Haji, Kabupaten Pesisir Selatan dan mengetahui

pengaruh pembangunan *floodway* di Muara Batang Air Haji terhadap penurunan elevasi muka air di Muara Batang Air Haji.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah foto dokumentasi lokasi penelitian yang diambil langsung di lokasi penelitian tersebut. Data sekunder antara lain peta topografi, data curah hujan harian Stasiun Koto Salapan dan Stasiun Surantih tahun 2009-2019 yang diperoleh dari Dinas PSDA Sumatera Barat, data pasang surut air laut yang diperoleh dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dinas PSDA Sumatera Barat pada tahun 2015 dan data geometri sungai Batang Air Haji yang diperoleh dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dinas PSDA Sumatera Barat pada tahun 2015.

2.2 Analisis Hidrologi

Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan besaran hujan rencana dan debit banjir rencana pada sungai Batang Air Haji. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- Data yang digunakan adalah data hujan harian maksimum tahunan yang terukur selama beberapa tahun. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu stasiun curah hujan. Kemudian cari besarnya curah hujan pada tanggal-bulan-tahun yang sama dengan stasiun curah hujan sebelumnya untuk stasiun curah hujan yang lain. Selanjutnya kalikan dengan faktor luas berpengaruh terhadap DAS Batang Air Haji.
- Analisis frekuensi curah hujan untuk menafsirkan probabilitas suatu kejadian berdasarkan data hidrologi yang lampau dengan menggunakan Distribusi Probabilitas Normal, Distribusi Probabilitas Gumbel, Distribusi Probabilitas Log Normal, Distribusi Probabilitas Log Person Tipe III.
- Uji distribusi probabilitas dilakukan dengan menggunakan metode chi kuadrat dan metode smirnov kolmogorof.
- Melakukan analisis debit banjir rencana dengan menggunakan metode rasional, metode hasper, metode HSS Nakayasu.

2.3 Pemodelan Sungai dengan Software HEC-RAS versi 5.0.3

Pemodelan ini dilakukan untuk mendapatkan model hidrologi dalam bentuk model tiruan sungai Batang Air Haji. Pemodelan ini dilakukan dengan menggambar skema alur sungai, memasukkan data geometri sungai, melakukan kalibrasi pemodelan HEC-RAS (Istianto, 2010), dengan kondisi eksisting Batang Air Haji dan selanjutnya dilakukan analisis hidraulika dengan memasukkan data debit banjir rencana. *Software* HECRAS 5.0.3 digunakan sebagai pembuatan model hidrologi dalam bentuk model tiruan sungai Batang Air Haji. Data pada pemodelan ini didapatkan dari Dinas PSDA Sumatera Barat. Pemodelan ini dilakukan dengan menggambar skema alur sungai, memasukkan data geometri sungai dan selanjutnya dilakukan analisis hidraulika dengan memasukkan data debit banjir rencana. Simulasi ini menggunakan debit banjir rencana dengan periode ulang 25 tahun yang didapat dari metode hasper.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Analisis curah hujan rencana

Curah hujan rencana dihitung dengan Distribusi Probabilitas metode Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Person Tipe III. Di mana hasil rekapitulasi dapat dilihat di Tabel 1. Curah hujan rencana dari metode Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Person Tipe III dilakukan uji kecocokan distribusi dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof dimana hasilnya dapat dilihat di Tabel 2. Setelah dilakukan uji kecocokan distribusi dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof maka didapat hujan rencana dengan metode Log Person Tipe III yang hasilnya dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 1. Rekapitulasi Perkiraan Curah Hujan Rencana Masing-masing Distribusi

No	Periode Ulang (tahun)	Distribusi Probabilitas			
		Normal	Gumbel	Log Normal	Log Person Tipe III
1	2	152.286	139.065	140.472	135.698
2	5	208.180	222.680	199.326	196.687
3	10	237.458	275.264	239.425	243.753
4	25	266.070	336.577	286.395	311.279
5	50	288.694	390.975	329.974	367.874
6	100	307.325	439.894	370.798	430.076

Tabel 2. Uji Kecocokan Distribusi

No	Distribusi Probabilitas	Uji Kecocokan				Keterangan
		Metode Chi Kuadrat		Metode Smirnov Kolmogorof		
		λ^2_{hitung}	λ^2_{kritis}	ΔP_{hitung}	ΔP_{kritis}	
1	Normal	8.000	5.991	0.177	0.409	Tidak diterima
2	Gumbel	5.000	5.991	0.181	0.409	Diterima
3	Log Normal	5.000	5.991	0.185	0.409	Diterima
4	Log Person Tipe III	4.000	5.991	0.080	0.409	Diterima

Tabel 3. Curah Hujan Rencana DAS Batang Air Haji

No	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan (mm)
1	2	135.698
2	5	196.687
3	10	243.753
4	25	311.279
5	50	367.874
6	100	430.076

3.2 Analisis debit banjir rencana

Hasil Analisis Debit Banjir Rencana dihitung dengan metode Rasional, Hasper, Normal, Melchior (metode empiris) kemudian Nakayasu, Snyder (Metode Hidrograf Satuan Sintetis), rekapitulasi hasil hitungan dapat dilihat di Tabel 4. Setelah dilakukan pengukuran jejak banjir yang terjadi di lapangan, kemudian dihitung debit lapangan yang terjadi sebesar 796.645 m³/dt, hasil tersebut mendekati dari nilai menggunakan metode Nakayasu kala ulang 25 sebesar 738.108 m³/dt, hasil dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Rekapitulasi Perkiraan Debit Banjir Rencana DAS Batang Air Haji

No	Periode Ulang (Tahun)	Metode Empiris			Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)	
		Rasional	Hasper	Melchior	Nakayasu	Snyder
1	2	536.845	291.613	397.019	321.769	356.727
2	5	778.126	422.676	575.457	466.385	517.056
3	10	964.327	523.820	713.160	501.388	640.784
4	25	1231.473	668.933	910.726	738.108	818.300
5	50	1455.373	790.555	1076.309	872.307	967.079
6	100	1701.452	924.224	1258.295	1019.800	1130.596

Tabel 5. Debit Banjir Rencana DAS Batang Air Haji

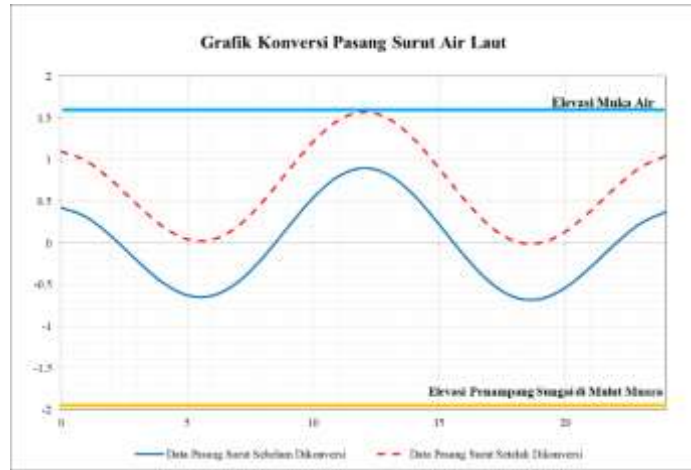
No	Periode Ulang (tahun)	Debit Rencana (m ³ /dt)
1	2	321.769
2	5	466.385
3	10	501.388
4	25	738.108
5	50	872.307
6	100	1019.800

3.3 Konversi elevasi +0.00 penampang sungai terhadap elevasi +0.00 MDPL

Konversi ini bertujuan untuk penyetaraan elevasi +0.00 penampang sungai dan elevasi +0.00 permukaan laut. Data yang digunakan adalah data pengukuran pasang surut air laut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2020. Nilainya dapat dilihat pada Tabel 6. Sedangkan Grafik Konversi Elevasi Pasang Surut Air Laut dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 6. Data Elevasi Muka Air Laut

Jam ke-	Elevasi Muka Air Laut (m)
0	0.426
1	0.312
2	0.08
3	-0.207
4	-0.467
5	-0.627
6	-0.633
7	-0.475
8	-0.179
9	0.187
10	0.541
11	0.799
12	0.899
13	0.818
14	0.574
15	0.223
16	-0.151
17	-0.466
18	-0.651
19	-0.673
20	-0.539
21	-0.293
22	-0.008
23	0.236
24	0.374



Gambar 1. Grafik Konversi Elevasi Pasang Surut Air Laut

3.4 Pemodelan sungai dengan software HECRAS 5.0.3

Parameter geometri saluran yang dibutuhkan oleh HEC-RAS adalah alur, tampang panjang dan lintang, kekasaran dasar (koefisien manning), serta kehilangan energi di tempat perubahan tampang saluran (koefisien ekspansi dan kontraksi). Data penampang yang dimasukkan ke dalam HEC-RAS telah disesuaikan dengan kondisi eksisting pada Batang Air Haji. Terdapat patok tampang lintang yang dimasukkan ke dalam HEC-RAS dari mulai patok A0 sampai dengan patok A23, dapat dilihat pada Gambar 2. Kalibrasi ini bertujuan agar pemodelan Batang Air Haji pada HEC-RAS memiliki nilai koefisien hidrolika yang menyerupai kondisi eksistingnya. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah nilai koefisien hidrolika default dengan nilai koefisien yang menyerupai kondisi di lapangan. Kalibrasi dianggap berhasil apabila elevasi muka air pengamatan berhasil didekati minimal dengan selisih ketinggian air 10% (Istianto, 2010). Didapatkan nilai koefisien manning (n) 0.07 dengan persen kesalahan sebesar 5.20% dapat dilihat hasilnya pada Tabel 7. Dengan demikian, model telah mendekati kedua elevasi muka air pengamatan tersebut dan dianggap telah menyerupai kondisi di lapangan serta dapat untuk digunakan. Analisis penampang eksisting dengan menggunakan HEC-RAS bertujuan untuk mengetahui kondisi dari Batang Air Haji saat ini dan untuk mengetahui perubahan muka air sebelum dan sesudah dilakukan floodway.



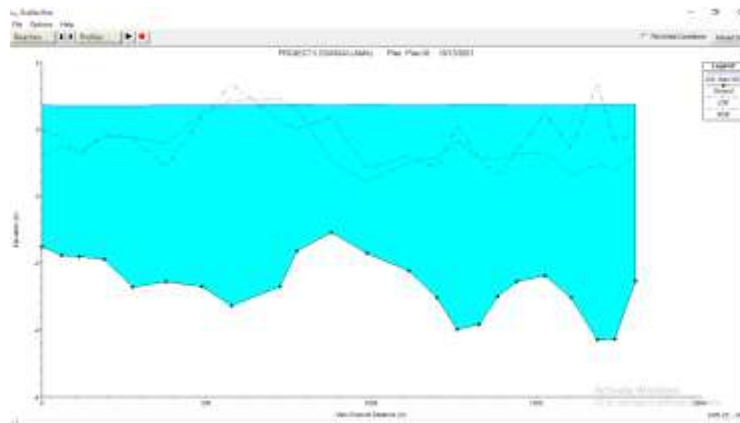
Gambar 2. Skema Alur Batang Air Haji pada HEC-RAS

Tabel 7. Trial and Error koefisien manning eksisting

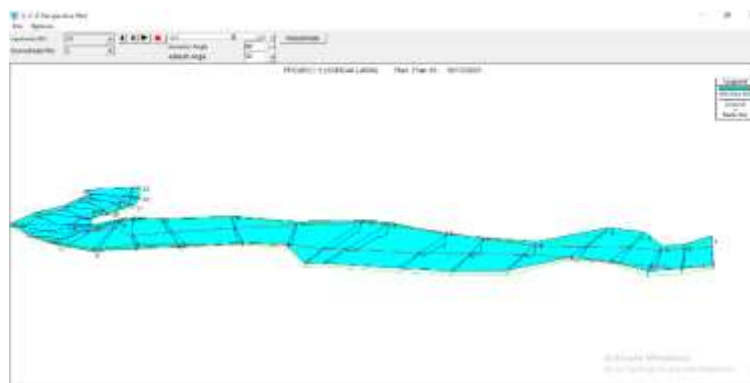
No	Koefisien Manning	Tinggi Muka Air Pengamatan (m)	Tinggi Muka Air Simulasi (m)	Persentase Selisih (%)
1	0.06	3.252	3.05	20.20
2	0.07	3.252	3.20	5.20

Simulasi yang dilakukan adalah *unsteady flow analysis* karena aliran sungai dianggap berubah per satuan waktu dan terdapat pengaruh pasang surut air laut di bagian hilir sungai. Data aliran yang diperlukan dalam perhitungan *unsteady flow* pada penelitian ini adalah debit di batas hulu dan tinggi pasang surut air laut di batas hilir. Debit yang dimasukkan adalah debit rencana banjir dengan periode ulang 25 tahun. *Input* ini cukup dilakukan pada stasiun paling hulu yaitu patok A22 dengan tipe *boundary conditions* menggunakan *flow hydrograph* dan stasiun paling hilir yaitu patok A0 dengan dengan tipe *boundary conditions* menggunakan *stage hydrograph*. Debit yang dimasukkan adalah debit rencana banjir dengan periode ulang 25 tahun. *Input* ini cukup dilakukan pada stasiun paling hulu yaitu patok A22 dengan tipe *boundary conditions* menggunakan *flow hydrograph* dan stasiun paling hilir yaitu patok A0 dengan dengan tipe *boundary conditions* menggunakan *stage hydrograph*.

Dari hasil simulasi profil muka air sebelum dilakukan *floodway* pada penampang memanjang terhadap pasang surut air laut dapat terlihat pada Gambar 3 dan perspektif 3D penampang sebelum dilakukan *floodway* terhadap pasang Surut Air Laut bisa dilihat pada Gambar 4. Kemudian profil muka air setelah dilakukan Floodway pada penampang memanjang terhadap Pasang Surut Air Laut dapat terlihat pada Gambar 6 dan perspektif 3D penampang setelah dilakukan Floodway terhadap pasang Surut Air Laut bisa dilihat pada Gambar 7. Dari Tabel 8 rekapitulasi elevasi muka air dan elevasi tanggul pada sungai lama terhadap pasang surut air laut, daerah yang tidak meluap pada patok A21 dan patok A7 sedangkan patok yang lain terjadi luapan. Pada Gambar 5 terlihat grafik perbandingan elevasi muka air dan elevasi tanggul sungai pada muara sungai lama.



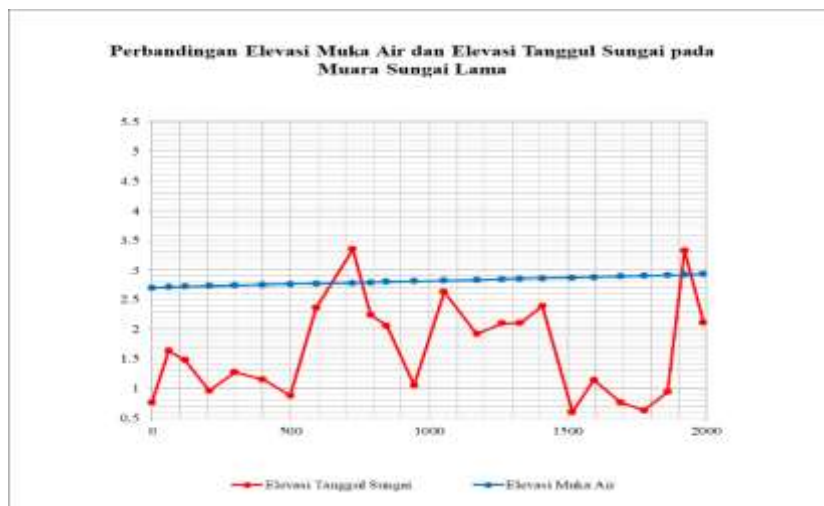
Gambar 3. Profil muka air sebelum dilakukan *floodway* pada penampang memanjang terhadap pasang surut air laut



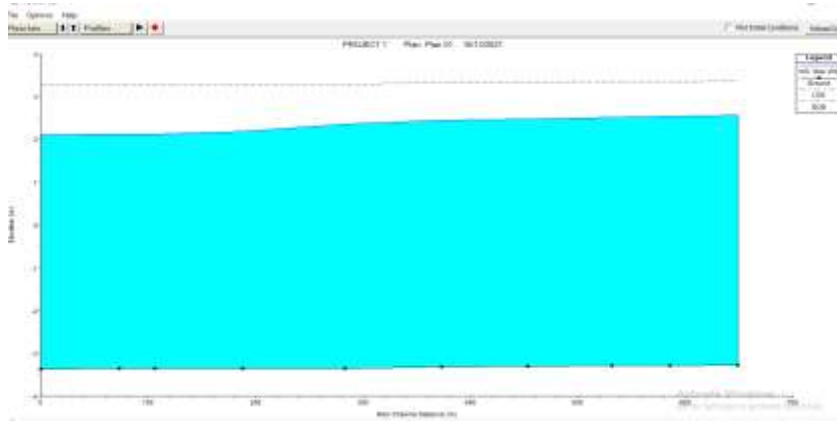
Gambar 4. Perspektif 3D penampang sebelum dilakukan *floodway* terhadap pasang surut air laut

Tabel 8. Rekapitulasi elevasi muka air dan elevasi tanggul pada sungai lama terhadap pasang surut air laut

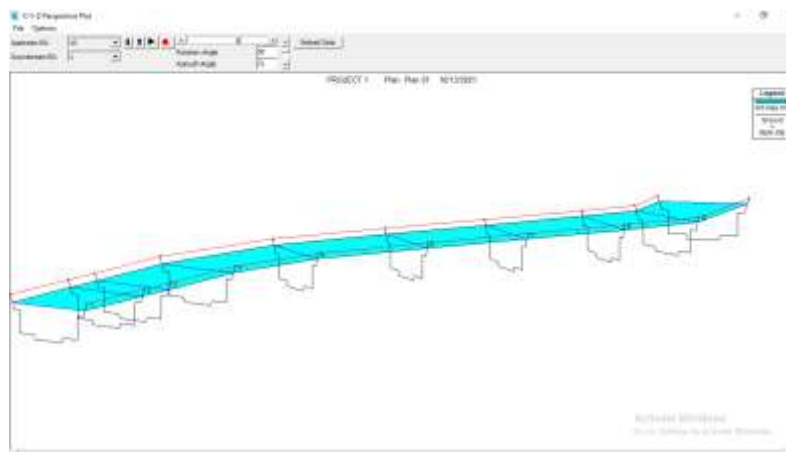
No	Nama Patok	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tanggul Sungai (m)	Keterangan
1	A22	2.93	2.11	Meluap
2	A21	2.92	3.33	Tidak Meluap
3	A20	2.91	0.94	Meluap
4	A19	2.90	0.63	Meluap
5	A18	2.89	0.76	Meluap
6	A17	2.88	1.14	Meluap
7	A17A	2.87	0.6	Meluap
8	A16	2.86	2.39	Meluap
9	A15	2.85	2.1	Meluap
10	A14	2.84	2.1	Meluap
11	A13	2.83	1.92	Meluap
12	A12	2.82	2.63	Meluap
13	A10	2.81	1.05	Meluap
14	A9	2.80	2.06	Meluap
15	A8	2.79	2.24	Meluap
16	A7	2.78	3.35	Tidak Meluap
17	A6	2.77	2.36	Meluap
18	A5	2.76	0.88	Meluap
19	A4	2.75	1.15	Meluap
20	A3	2.74	1.27	Meluap
21	A2	2.73	0.96	Meluap
22	A1	2.72	1.48	Meluap
23	A1A	2.71	1.63	Meluap
24	A0	2.70	0.76	Meluap



Gambar 5. Grafik perbandingan elevasi muka air dan elevasi tanggul sungai pada muara sungai lama



Gambar 6. Profil muka air setelah dilakukan *floodway* pada penampang memanjang terhadap pasang tinggi air laut

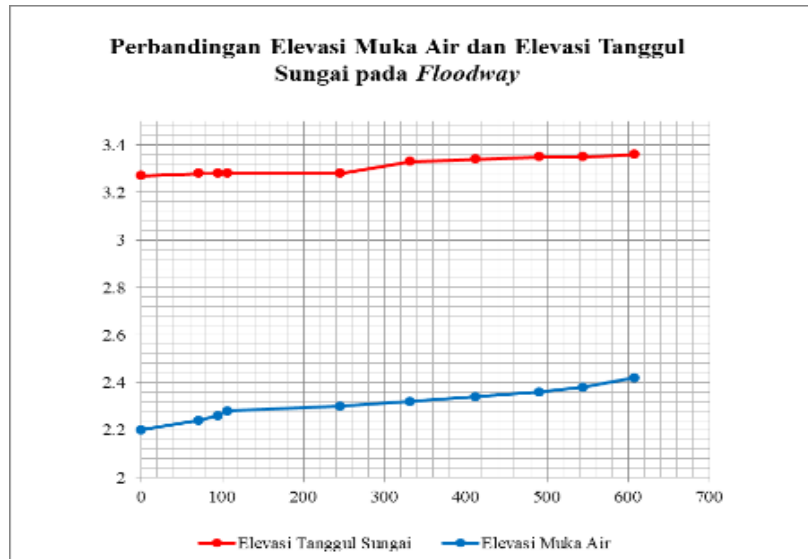


Gambar 7. Perspektif 3D penampang setelah dilakukan *floodway*

Berdasarkan Tabel 9 dan Gambar 10, terlihat bahwasanya *floodway* mampu menampung debit banjir periode ulang 25 tahun (Q_{25}). Dikarenakan elevasi muka air lebih rendah dibandingkan elevasi tanggul *floodway*. Sehingga tidak terjadi luapan. Setelah dilakukan *floodway* pada Gambar 8 terlihat grafik perbandingan elevasi muka air dan elevasi tanggul sungai pada *floodway*.

Tabel 9. rekapitulasi elevasi muka air dan elevasi tanggul pada *floodway*

No	Nama Patok	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tanggul Sungai (m)	Keterangan
1	B3	2.20	3.27	Tidak Meluap
2	B2	2.24	3.28	Tidak Meluap
3	B1	2.26	3.28	Tidak Meluap
4	A16B	2.28	3.28	Tidak Meluap
5	A17	2.30	3.28	Tidak Meluap
6	A18	2.32	3.33	Tidak Meluap
7	A19	2.34	3.34	Tidak Meluap
8	A20	2.36	3.35	Tidak Meluap
9	A21	2.38	3.35	Tidak Meluap
10	A22	2.42	3.36	Tidak Meluap



Gambar 8. Grafik perbandingan elevasi muka air dan elevasi tanggul sungai pada *floodway*

4. KESIMPULAN

Debit banjir rencana Batang Air Haji adalah 321.769 m³/dt untuk periode ulang 2 tahun. Untuk periode ulang 5 tahun adalah 466.385 m³/dt, periode ulang 10 tahun adalah 501.388 m³/dt, periode ulang 25 tahun adalah 738.108 m³/dt, periode ulang 50 tahun adalah 872.307 m³/dt, periode ulang 100 tahun adalah 1019.800 m³/dt. Didapatkan dari perhitungan metode HSS nakayasu yang telah disesuaikan dengan debit lapangan yang terjadi. Penurunan elevasi muka air banjir setelah dibangun *floodway* adalah setinggi 0.510 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandhita, T., Hambali, R., 2015. Analisis Pengaruh Back Water (Air Balik) terhadap Banjir Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang. FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil) 3, 131–141. <https://doi.org/10.33019/fropil.v3i2.1221>
- Fedora, A., Febrian, B., Sadtim, S., Wisafri, W., 2019. Studi Perubahan Tinggi Muka Air Akibat Pengaruh Floodway (Studi Kasus Sungai Batang Kandis, Padang). Presented at the Andalas Civil Engineering (ACE) Conference 2019, Padang.
- Ishak, I., 2018. Kajian Dinding Penahan Tanah Pada Tebing Sungai Untuk Pengendalian Banjir. Rang Teknik Journal.
- Istiarto, I., 2010. Modul Tutorial HEC-RAS. URL <https://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/hec-ras/modul-hec-ras/> (accessed 1.26.24).
- Kodoatie, R.J., 2013. Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota. Andi, Yogyakarta.