

SOLUSI ALTERNATIF PENGENDALIAN DAN PENANGANAN BANJIR SUNGAI WAY LAALA KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

Dio Septya Nugraha¹, Titi Rahayuningsih¹, Mohammad Mustofa Al Ansyorie¹

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author, email: dioseptya.1705236@students.um.ac.id

doi: 10.17977/um068.v4.i6.2024.1

Kata kunci

Alternatif Perencanaan Banjir
debit banjir
pemodelan

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi debit banjir pada Sungai Way Laala dengan 1) mencari tahu debit puncak banjir periode ulang 25 tahun (Q-25). 2) mengetahui kapasitas alir sungai way Laala. 3) merencanakan beberapa solusi alternative pengendalian banjir didasarkan penanganannya menggunakan pemodelan HEC HMS dan HEC RAS. Pada penelitian ini digunakan dua analisa data penelitian yaitu analisa hidrologi dengan menggunakan intensitas hujan menggunakan metode log person tipe- 111 dan perhitungan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun menggunakan metode rasional. Hasil analisa dan perencanaan menunjukkan bahwa 1) debit banjir rencana kala ulang 25 tahun pada pemodelan HEC HMS sebesar 55,1 m³/detik. 2) Hasil pemodelan HEC RAS dengan input hidrograf banjir kala ulang 25 tahun, kondisi Sungai Way Laala mengalami overtopping pada semua station setinggi 0,4 – 1,2 m. Dari hasil pemodelan HECRAS terjadi luasan banjir di area studi kasus sebesar 0,18 km². 3) Pasca dilakukan normalisasi besar luasan banjir sebesar 0,11 km². Banjir berkurang dari kondisi eksisting sebesar 39%. Pasca dilakukan perencanaan alternatif tanggul di sepanjang area studi kasus sepanjang 481 m, luapan banjir yang terjadi di sungai di lokasi penelitian sebesar 0.01 km² dari kondisi eksisting.. Hasil trial and error pada pemodelan HEC RAS didapat kapasitas maksimum Sungai Way Laala sebesar 17 m³/detik. Berdasarkan kapasitas maksimum Sungai Way Laala di rencanakan diversion channel untuk menampung debit banjir sebesar 38,1 m³/detik. Alternatif perencanaan diversion channel mampu mengurangi luasan banjir dengan prosentase 100%.

1. Pendahuluan

Pada Banjir dapat terjadi di manapun, terutama di daerah yang dilintasi atau terdapat aliran Sungai. Hal tersebut akan lebih berisiko terjadinya banjir, salah satunya yang terjadi di Kabupaten Seram bagian barat. Kabupaten Seram bagian barat dialiri oleh Sungai Way Laala yang menurut beberapa warga setempat sudah tidak mampu lagi menampung debit kiriman dari bagian hulu (Affandy, Nur Azizah 2011). Relatif rendahnya elevasi kota Seram bagian barat yang berkisar antara 6 m sampai 8 m di atas permukaan laut juga mendukung terjadinya genangan di daerah tersebut. Faktor dari kondisi saat itu Sungai yang mengalami pendangkalan karena banyaknya sedimen juga menjadi penyebab terjadinya banjir terutama pada musim penghujan.

Bagian hulu Sungai Way Laala merupakan daerah perbukitan yang curam, dan berbatu. Kondisi bagian hilir merupakan kawasan pantai dengan sedimen yang cukup besar. Inilah yang menjadi salah satu penyebab Desa Loki Kecamatan Huamual mudah tergenang saat Sungai Way Laala meluap. Saat terjadi curah hujan yang tinggi dan mendapat kiriman debit yang berjumlah besar dari hulu dengan jangka waktu yang pedek, akan berakibat pada daerah hilir Sungai tergenang karena kurangnya daya tampung Sungai. Berikut kondisi luapan Sungai Way Laala menggenangi rumah warga di Desa Loki dan badan jalan

Melihat kondisi eksisting di lapangan ada beberapa solusi alternatif yang dapat diterapkan untuk mengatasi atau setidaknya mengurangi debit banjir di Kabupaten Seram. Terdapat beberapa studi yang sudah dilakukan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Sungai Maluku. Pada studi ini akan diteliti alternatif penanganan banjir di Sungai ini yang didasarkan atas efektivitas nya. Melihat pentingnya studi ini dan sudah ditelusuri sedikit penelitian tentang kasus ini, sehingga peneliti atau penulis mengambil judul yaitu solusi alternatif pengendalian dan penanganan banjir Sungai Way Laala Kabupaten Seram bagian barat. Diharapkan dengan studi ini dapat dipilih solusi alternatif penanganan banjir Sungai Way Laala yang dapat diterapkan sehingga banjir tidak akan menggenangi pemukiman di Desa Loki.

Tempat observasi yang dilakukan di sungai Way Laala, Menurut Laporan Studi Investigasi Design (SID) Sungai Way Laala (2020) yang dilakukan oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BWS) Maluku, Sungai Way Laala terletak di Desa Loki, Kec. Huamual terletak di koordinat antara 1 19'–7 16' Lintang Selatan dan antara 127 20'–129 1' Bujur Timur . Berdasarkan letak geografisnya, Kabupaten Seram Bagian Barat berada di antara Laut Seram, Laut Banda, Laut Buru, dan Kabupaten Maluku Tengah sedangkan wilayah Kecamatan Huamual berada pada Wilayah Pulau Seram, Kabupaten Seram Bagian Barat. Berdasarkan letak geografisnya Kec. Huamual memiliki batas: a) Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Huamual Belakang, b) Sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Banda, c) Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Seram Barat, dan d) Sebelah Barat berbatasan dengan Selat Manipa. Sungai Way Laala memiliki aliran dengan potensi daya rusak yang cukup besar. Pada musim penghujan aliran pada Sungai Way Laala sangat besar dan berpotensi mengganggu aktifitas masyarakat di Kab. Seram Bagian Barat.

Menurut Cahyono, (2006) Upaya pengendalian banjir sangat diperlukan mengingat banjir terjadi secara rutin, hingga menimbulkan kerugian yang besar, diperlukan segera upaya-upaya mencegah dan menanggulangi dampaknya dapat dilakukan secara struktural maupun non struktural. Kegiatan struktural menurut Siswoko tahun 2002 adalah dalam bentuk perencanaan pembangunan seperti pembangunan tanggul banjir, pembangunan kolam tampungan banjir dan waduk hingga normalisasi alur aliran sungai

Rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut: 1) Berapa debit puncak banjir untuk periode ulang 25 tahun (Q25) Sungai Way Laala? 2) Bagaimana kondisi kapasitas alir Sungai Way Laala pada saat terjadi banjir? 3) Bagaimana solusi alternatif penanganan banjir Sungai Way Laala?

2. Metode

Metode penelitian ini menggunakan metode analisa data hujan dengan kajian ilmu hidrologi yang bertujuan untuk mengetahui debit banjir rencana di sungai Way Laala Kabupaten Seram Bagian Barat, analisa hidrolika yang digunakan untuk menyediakan solusi alternatif dengan menghitung kapasitas tampung tiap alternatif. Sebelum dilakukan analisa diperlukan data yang harus dikumpulkan secara umum data yang diperlukan yaitu 1) Topografi Sungai Way Laala Data topografi ini didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Maluku, yang digunakan untuk mengetahui luas dari daerah aliran sungai (DAS) Way Laala, 2) Data tata guna lahan, Data didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Maluku, yang digunakan untuk mengetahui fungsi lahan didaerah sekitar sungai dan kemudian akan digunakan untuk menentukan nilai curve number. 3) Data curah hujan, Data curah hujan yang berasal dari 1 stasiun di Kabupaten Seram bagian barat. 4) Data penampang sungai., Data penampang sungai merupakan data penampang memanjang (long section) dan data penampang melintang (cross section) yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Maluku. Data ini digunakan untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menampung debit banjir (kapasitas sungai) sebelum ditambah alternatif penanganan.

Di dalam analisa hidrologi terdapat beberapa perhitungan sebelum akhirnya mendapatkan nilai debit banjir rencana. Adapun langkah – langkah yang ditempuh yaitu : 1) Analisa curah hujan rata-rata daerah dimulai menggunakan metode Thiessen polygon. 2) Menghitung tinggi hujan rencana dengan menganalisis frekuensi curah hujan tahunan menggunakan persamaan garis teoritik probabilitas dilanjut hingga menghitung perkembangan fungsi probabilitas dengan persamaan distribusi Log-pearson tipe III 3) Melakukan uji distribusi dan penarikan kesimpulan dengan prosedur uji Chi-Square dan Uji Smirnov – Kolmogorov. 4) menghitung curve number. 5) menghitung time lag. 6) Menghitung debit banjir rencana berdasarkan periode ulang 25 tahun (Q25). Dalam pengerjaan debit banjir rencana ini menggunakan program bantu HEC-HMS SCS Model.

Setelah perhitungan debit banjir rencana didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung kapasitas penampang sungai. Pada analisa hidrolika ini menggunakan program bantu HEC-RAS dalam pengerjaannya. Adapun langkah-langkah yang ditempuh yaitu : 1) Menghitung kapasitas sungai keadaan eksisting menggunakan permodelan HEC-RAS. Data yang diperlukan untuk program bantu HEC-RAS meliputi data geometrik sungai, data penampang melintang sungai, koefisien manning, data aliran, dan kondisi batas (boundary condition). 2) Membandingkan kapasitas sungai dengan debit rencana. 3) Merencanakan normalisasi, tanggul, dan diversion channel. 4) Menghitung kapasitas sungai dengan normalisasi, tanggul dan diversion channel menggunakan permodelan HEC-RAS. 5) Perhitungan ulang normalisasi, tanggul dan diversion channel jika terjadi luapan atau tidak mampu menampung debit rencana.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1. Analisa Hidrologi Curah Hujan Rencana Distribusi Probabilitas

Pengujian dilakukan untuk mengetahui curah hujan rencana periode 25 tahun. Untuk mempermudah perhitungan data dapat dilakukan analisa frekuensi untuk mengetahui besaran nilai parameter statistik dan hujan rencana guna menentukan jenis distribusi probabilitas dari data tersebut. Parameter statistik tersebut meliputi nilai hujan rerata (\bar{X}), Standar Deviasi (Sd), Koefisien Kemencengan (Cs), Koefisien Kurtosis (Ck), Koefisien Variasi (Cv). Dari hasil perhitungan parameter dasar statistik berdasarkan data diperoleh nilai hujan rerata (\bar{X}) sebesar 144,9 mm, nilai standar deviasi (S) sebesar 57,823 mm, Nilai Koefisien Kemencengan (Cs) 0,16, Nilai Koefisien Kurtosis (Ck) 2,123, Nilai Koefisien Variasi (Cv) 0.399.

Tabel 1. Tabel Jenis Distribusi Probabilitas

Jenis Distribusi	Syarat Distribusi
Distribusi Gumbel	$Cs = 1,139$ dan $Ck = 5,402$
Distribusi Normal	$Cs = 0$ dan $Ck = 3$
Distribusi <i>Pearson</i> Tipe III	Harga $Cs = -3 s/d 3$
Distribusi <i>Log - Pearson</i> Tipe III	Harga $Cs = -3 s/d 3$ dan $Ck =$ fleksibel

Berdasarkan Tabel 1 karakteristik distribusi frekuensi, distribusi yang cocok dan masuk dalam persyaratan parameter dasar statistik adalah Log Pearson Tipe III, maka distribusi probabilitas yang di gunakan adalah Log Pearson Tipe III .Selanjutnya dilakukan perhitungan periode ulang hujan rencana selama 25 tahun dengan metode Log Pearson Tipe III:

- a. Nilai Rata-Rata (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } R}{n} = \frac{33,852}{16} = 2,115$$

- b. Nilai Deviasi Standart (s) dan varian (v)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } R - \overline{\text{Log } R})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,500}{16 - 1}} = \sqrt{\frac{0,500}{15}} = 0,182$$

$$V = s^2 = 0,182^2 = 0,033$$

- c. Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } R - \overline{\text{Log } R})^3}{(n - 1)(n - 2)s^3} = \frac{16 \cdot -0,002}{(16 - 1)(16 - 2)0,182^3} = \frac{-0,033}{15.14.0,006} = -0,026$$

- d. Koefisien Kurtosis (CK)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (\text{Log } R - \overline{\text{Log } R})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)s^4} = \frac{16^2 \cdot 0,025}{(16 - 1)(16 - 2)(16 - 3)0,182^4} = \frac{256.0,025}{15.14.13.0,001}$$

$$\frac{6,387}{3,033} = 2,106$$

Tabel 2. Frekuensi Metode Log Pearson Tipe III

No	Tahun	Stasiun Hujan Kairatu						
		R	X	Xr	Xi - Xr	(Xi - Xr) ²	(Xi - Xr) ³	(Xi - Xr) ⁴
1	2001	82	1.914	2.116	-0.202	0.041	-0.008	0.002
2	2002	67	1.826	2.116	-0.290	0.084	-0.024	0.007
3	2003	227	2.356	2.116	0.240	0.058	0.014	0.003
4	2004	95	1.978	2.116	-0.138	0.019	-0.003	0.000
5	2005	172	2.236	2.116	0.120	0.014	0.002	0.000
6	2006	167	2.223	2.116	0.107	0.011	0.001	0.000
7	2007	198	2.297	2.116	0.181	0.033	0.006	0.001
8	2008	227	2.356	2.116	0.240	0.058	0.014	0.003
9	2009	77	1.886	2.116	-0.229	0.053	-0.012	0.003
10	2010	89	1.949	2.116	-0.166	0.028	-0.005	0.001
11	2011	231	2.364	2.116	0.248	0.061	0.015	0.004
12	2012	166	2.220	2.116	0.104	0.011	0.001	0.000
13	2013	99	1.996	2.116	-0.120	0.014	-0.002	0.000
14	2014	100	2.000	2.116	-0.116	0.013	-0.002	0.000
15	2015	125	2.097	2.116	-0.019	0.000	0.000	0.000
16	2016	143	2.155	2.116	0.040	0.002	0.000	0.000
	Σ	2265	33.852	2.116	0.000	0.500	-0.002	0.025

perhitungan untuk periode ulang 25 tahun sebagai berikut :

$$\log X = (\log X)^r + K(S \log X)$$

$$\log X = 2,115 + 1,742(0,182)$$

$$\log X = 2,434$$

$$X = 10^{\log X} = 10^{2,434} = 271,644$$

Untuk perencanaan alternatif penanggulangan banjir ini dipilih periode ulang 25 tahun karena Sungai Way Laala termasuk kategori saluran alam atau saluran induk dengan resiko besar.

Tabel 3. Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan

Periode Ulang Hujan	K	X (log X)	Xt (Antilog X)
2	0,004	2,116	130,551
10	1,279	2,348	222,730
25	1,742	2,434	271,644
50	2,040	2,486	306,389
100	2,307	2,535	342,634

Kesimpulan yang didapatkan dari perhitungan ini yaitu besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dalam periode ulang 25 tahun adalah 271,644 mm. Untuk mengetahui apakah perhitungan curah hujan rancangan dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III telah sesuai atau tidak dengan aspek teoritis maka perlu dilakukan pengujian distribusi probabilitas. Jenis pengujian yang dilakukan pada uji distribusi probabilitas yaitu meliputi:

1. Uji Chi Kuadrat
2. Uji Smirnov Kolmogorov

3.1.2. Uji Chi Square

Berikut adalah prosedur uji Chi-Square:

Dengan derajat kepercayaan $\alpha = 5\%$ dan $dk = 2$, maka diperoleh $X^2_{cr} = 5,991$ berdasarkan Tabel 2.6 nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat. Dari hasil perhitungan jumlah kelas distribusi (G) = 5 sub kelompok dengan interval peluang diperoleh dengan pengurangan dari data yang terbesar dan

terkecil lalu dibagi dengan banyaknya kelas (G) min 1 (satu), diperoleh (P) = 0,134. Selanjutnya dilakukan perhitungan batas-batas kelas sebagai berikut.

$$x_{awal} = x_{min} - 0,5 P$$

$$= 1,826 - 0,5 \cdot 0,134$$

$$= 1,759$$

$$x_{akhir} = x_{max} + 0,5 P$$

$$= 2,364 + 0,5 \cdot 0,134$$

$$= 2,431$$

Telah ditentukan batas-batas dan interval peluang data, selanjutnya dilakukan pendistribusian data kedalam masing-masing kelompok, ada 5 (lima) kelompok. maka nilai batasan setiap grup adalah:

1. Sub grup 1 : 1,759 < Rt < 1,893
2. Sub grup 2 : 1,893 < Rt < 2,028
3. Sub grup 3 : 2,028 < Rt < 2,162
4. Sub grup 4 : 2,162 < Rt < 2,296
5. Sub grup 5 : 2,296 < Rt < 2,431

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan Chi-Square seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Chi-Square metode distribusi Log Pearson tipe III

No.	Nilai Batasan Sub Grup	Jumlah Data		(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
		O _i	E _i		
1	1,759 < Rt < 1,893	2	3,2	1,44	0,45
2	1,893 < Rt < 2,028	5	3,2	3,24	1,012
3	2,028 < Rt < 2,162	2	3,2	1,44	0,45
4	2,162 < Rt < 2,296	3	3,2	0,04	0,012
5	2,296 < Rt < 2,431	4	3,2	0,64	0,2
Jumlah		16	16		2,125

Keterangan : $E_i = \frac{n}{kelas} = \frac{16}{5} = 3,2$

Dari hasil perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi Chi-Kuadrat, diperoleh nilai parameter statistik yaitu derajat kebebasan sebesar (dk) = 2 serta derajat signifikansi $\alpha = 5\%$ dan di ketahui jumlah data yang di gunakan sebanyak n = 16 di peroleh besaran nilai Chi-Kuadrat Kritis sebesar 5,991 (diperoleh dari Tabel). Sedangkan untuk nilai Chi-Kuadrat Hitung di peroleh sama dengan 2,125. Berdasarkan nilai Chi-Kuadrat Hitung dan Chi-Kuadrat kritis dapat di tarik kesimpulan berdasarkan perbandingan nilai Chi-Kuadrat hitung (2,125) < Chi-Kuadrat Kritis (5,991). Maka di peroleh hipotesa bahwa distribusi yang di gunakan pada perhitungan dapat diterima.

3.1.3. Uji Smirnov Kolmogorov

Sebelum di lakukan pengujian data hujan maksimum setiap tahun (X_i) di urutkan dari besar ke kecil. Apabila ΔP_i (Selisih antara peluang teoritis dengan peluang empiris) < ΔP (Nilai simpangan krisis) maka distribusi teoritis dapat diterima. Apabila sebaliknya maka distribusi teoritis tidak dapat diterima.

1. Ubah besar curah hujan ke dalam bentuk logaritmik.

Contoh : $\text{Log } 231 = 2.364$

- Hitung nilai K dengan persamaan $K = ((\text{Log } X - (\text{Log } X)^{-1}) / (S \text{ Log } X))$

Contoh : $K = ((2,364 - 2,116)) / 0,183 = 1,354$

- Peluang empiris (%) dihitung dengan persamaan $P(X) = m / ((n+1))$

- $P(X) = 1 / ((16+1)) = 1 / 17 = 0,059$

Berdasarkan nilai $\alpha = 5\%$ dan $K = 1,354$

Diinterpolasi didapatkan nilai $P'(X<) = 0,9197$

Maka akan diperoleh nilai peluang teoritis $P'(X) = 1 - P'(X<) = 0,005$

- $\Delta P_i = P(X) - P'(X)$

$= 0,059 - 0,0804 = -0,0216$

Dari perhitungan nilai derajat signifikansi sebesar 5 % dan jumlah data (n) sebanyak 16 data diperoleh besar ΔP kritis yang dibolehkan maksimal 0,330 Pada perhitungan diperoleh ΔP_i hitung maksimal sebesar 0,048, jadi nilai ΔP kritis > ΔP_i hitung maka di peroleh hipotesa uji distribusi probabilitas dengan uji Smirnov Kolmogorov pada persamaan distribusi Log Person Tipe III dapat diterima.

3.1.4. Curve Number (CN), Time Lag DAS, Time Lag Sungai

Berdasarkan data pada Tabel 5 selanjutnya dapat dilakukan perhitungan curve number (CN). Berikut adalah perhitungan curve

Tabel 5 Luas Penggunaan Lahan DAS

Tata Guna Lahan	Luas (KM2)	Prosentase Luas Area (%)	Curve Number (CN)
Hutan Rimba	22,13222285	91,113568	70
Padang Rumput	0,450023493	1,8526492	88
Belukar/ Semak	1,605977865	6,611463	77
Pemukiman	0,102584999	0,24	83
Jumlah	4704.574	100.00	

$$CN = \frac{\sum CN_i A_i}{\sum A} = 71,001 \approx 71$$

Selanjutnya yaitu menghitung prosentase impervious atau prosentase permukaan kedap air yang sering disebut PIMP dalam perhitungan. PIMP dihitung dengan mengukur presentase dari daerah tangkapan air yang terdiri dari jalan, rumah dan permukaan kedap air lainnya. Dalam perencanaan ini hal tersebut masuk dalam kelompok atau kategori pemukiman. Berikut adalah perhitungan prosentase impervious (PIMP):

$$PIMP = \frac{\text{Luas Pemukiman}}{\text{Luas DAS}} \times 100$$

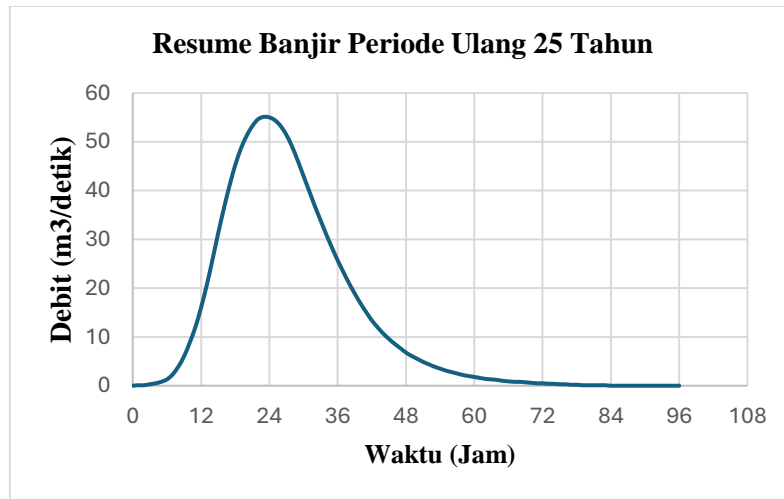
$$= \frac{0,202584999}{23,51542913} \times 100\% = 0,86\%$$

Kesimpulan yang didapatkan dari perhitungan ini yaitu, curve number sebesar 71 dan prosentase impervious sebesar 0,86%, didapatkan dari perhitungan yaitu time lag pada DAS Way

Laala sebesar 847 menit dan dari perhitungan ini yaitu time lag pada sungai Way Laala sebesar 612.34521menit.

3.1.5. Pemodelan HEC HMS (Debit Puncak 25 Tahun Q (25))

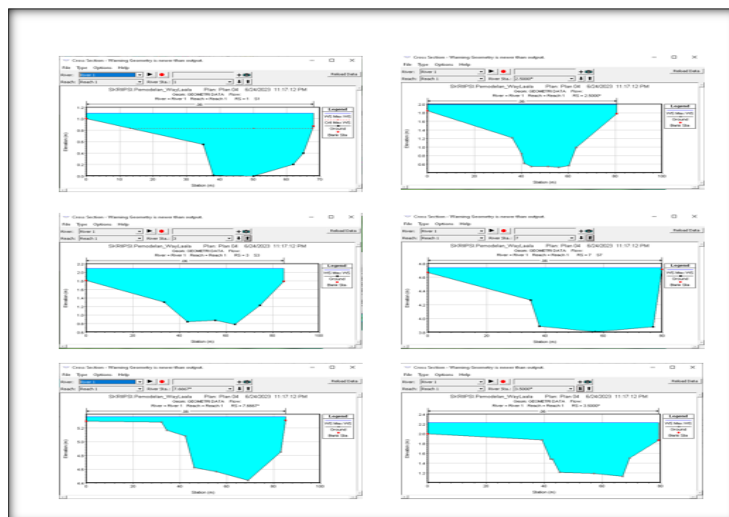
Sesuai dengan penjelasan pada analisa pemodelan HEC HMS pada bab sebelumnya data-data yang dibutuhkan untuk diinput dalam pemodelan ini yaitu luas daerah aliran sungai, curve number, impervious, lag time daerah aliran sungai, lag time sungai, hujan rencana kala ulang 25 tahun, dan penentuan tanggal yaitu tanggal terjadinya banjir dilapangan. Data yang paling berpengaruh dalam pemodelan ini yaitu hujan rencana, karena mempengaruhi hidrograf banjir yang akan dihasilkan. Dari hasil pemodelan HEC HMS diperoleh hidrograf banjir ka la ulang 25 tahun seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Grafik Hidrograf Hujan Periode Ulang 25 Tahun

3.1.6. Pemodelan HEC RAS Sungai Way Laala

Sesuai dengan penjelasan pada analisa pemodelan HEC RAS sungai Way Laala pada bab sebelumnya data-data yang dibutuhkan untuk diinput dalam pemodelan unsteady flow ini yaitu data geometric sungai, data penampang melintang sungai (cross section), koefisien manning, data tanggul sungai, jarak antar cross section, data hidrograf banjir rencana (flow hydrograph), kemiringan sungai (slope), dan initial conditions. Dari beberapa data diatas data yang paling berpengaruh dalam pemodelan ini yaitu flow hydrograph, karena mempengaruhi besarnya debit yang akan ditampung oleh model sungai yang sudah diinput. Dari hasil pemodelan HEC RAS dengan input flow hydrograph kala ulang 25 tahun.



Gambar 2 Kondisi Cross Section Banjir Sungai Way Laala

Dapat diketahui bahwa sungai Way Laala tidak mampu menampung debit banjir rencana yang sudah di tentukan. Berdasarkan flow hidrograph kala ulang 25 tahun dengan debit puncak sebesar 55,1 m³/detik terjadi overtopping di station cross section 1 – 3,5 dam cross section 6,5 – 7,5 sungai Way Laala. Tingginya overtopping pada pemodelan ini umumnya dipengaruhi oleh elevasi bank atau tepi sungai, kedalaman sungai, dan lebar penampang sungai.

3.2. Pembahasan

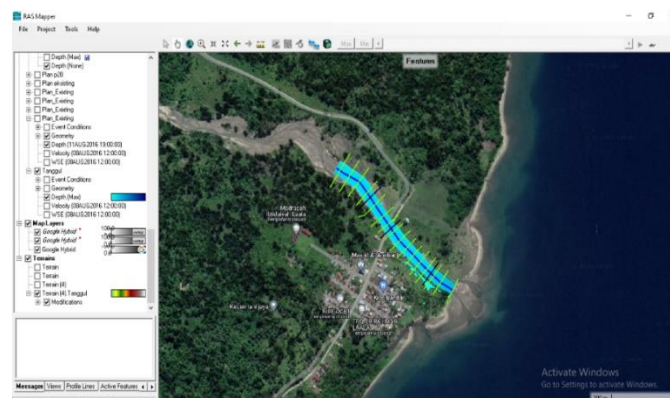
3.2.1. Alternatif Normalisasi

Pada tahapan desain Normalisasi ini akan dilakukan pengerukan dan timbunan hampir disetiap penampangnya. Dalam mendesain Normalisasi ini memerlukan input data berupa angka manning (n) baru yang dianggap sesuai dengan deskripsi penampang sungai setelah normalisasi. Angka manning yang sesuai dengan kondisi normalisasi ini adalah sebesar 0,033

Pasca dilakukan normalisasi sungai di area studi kasus sepanjang 481 m, luapan banjir yang terjadi di sungai di lokasi penelitian sebesar 0,11km² atau 110 km² diukur dengan mengekspor result dari (depth) yang nantinya dapat diukur di google earth. Hasil seperti ini dapat dikatakan bahwa alternatif normalisasi dapat mengurangi luapan banjir sebesar 39% dari kondisi eksisting.

3.2.2. Alternatif Tanggul

Dari simulasi HEC-RAS yang telah dilakukan terdapat perubahan dimensi dari kondisi eksisting berupa tanggul. Desain dimensi tanggul pada hec-ras diberlakukan kemiringan sungai seperti kemiringan memanjang eksisting yaitu 0,014.



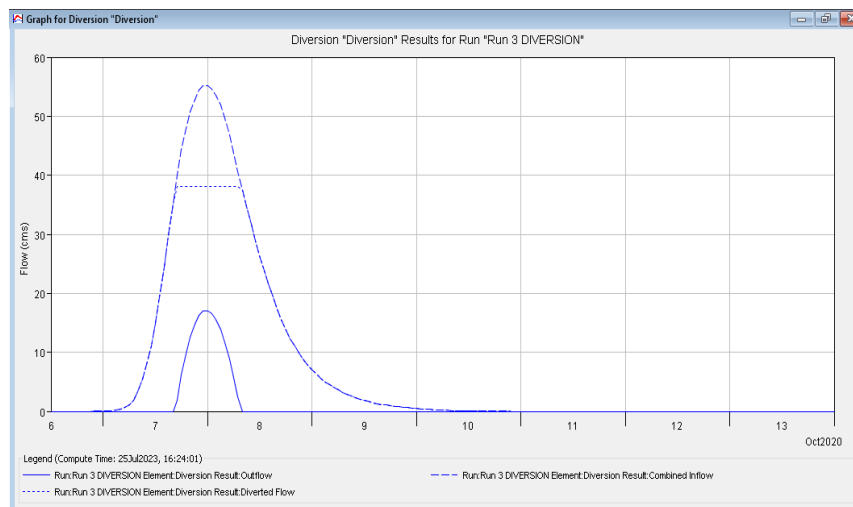
Gambar 3 Dimensi Tanggul Cross Section 7.5

Pasca dilakukan perencanaan alternatif tanggul di sepanjang area studi kasus sepanjang 481 m, luapan banjir yang terjadi di sungai di lokasi penelitian sebesar 0.01 km² dari kondisi eksisting

3.2.3. Alternatif Diversion Channel

Perencanaan diversion channel ini memerlukan hidrograf banjir dari pemodelan HEC HMS, untuk memperoleh hidrograf banjir atau flow hidrograph tersebut langkah-langkah yang harus dilakukan sama seperti pemodelan HEC HMS debit banjir rencana. Hanya saja yang membedakan dalam pemodelan ini yaitu adanya penambahan diversion untuk membagi debit banjir menuju muara. Sehingga membuat time lag pada Sungai Way Laala dibagi menjadi dua bagian, bagian pertama sebelum diversion yaitu 612 menit dan bagian kedua setelah diversion yaitu 306 menit. Dalam pemodelan HEC HMS ini juga perlu adanya perhitungan time lag untuk diversion channel, dari perhitungan didapat time lag sebesar 306 menit. Data yang dimasukkan pada komponen diversion adalah debit yang akan ditampung oleh diversion channel. Sesuai dengan apa yang sudah dijelaskan sebelumnya jumlah debit yang akan ditampung oleh diversion channel diperoleh dari debit banjir rencana dikurangi dengan debit maksimum yang mampu ditampung oleh Sungai Way Laala. Sehingga debit yang mengalir pada diversion channel sebesar 38,1 m³/detik. Nilai tersebut didapat dari pengurangan 55,1 m³/detik dengan 17 m³/detik.

Setelah semua data pada masing-masing komponen sudah dimasukkan seperti yang sudah dijelaskan pada pemodelan debit banjir rencana dan program sudah di run, maka akan dihasilkan hidrograf banjir pada masing-masing komponen. Berikut adalah hasil masing-masing hidrograf banjir.



Gambar 4 Hidrograf Banjir Setelah Diversion

Berdasarkan debit yang akan ditampung (38,1 m³/detik) maka direncanakan penampang diversion channel dengan lebar dasar saluran (b) 15 m, tinggi air (h) 1 m, tinggi jagaan (w) 0,6 m, kemiringan saluran (s) 0,008, kekasaran manning (n) untuk dasar dan tanggul saluran 0,016 (beton) dan panjang alur 782 m. Berdasarkan spesifikasi rencana diatas didapat luas penampang basah (A) 17 m², keliling basah (P) 18,7064 m, jari-jari hidrolis (R) 0,79961 m, kecepatan aliran (V) 3,082 m/detik dan kapasitas saluran (Q) 38,1 m³/detik. Karena kapasitas diversion channel atau Q hidrolika (55,1 m³/detik) lebih besar dari debit rencana atau Q hidrologi (38,1 m³/detik) maka desain penampang ini mampu menampung debit rencana.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data serta pembahasan dalam perencanaan tentang: "Perencanaan alternatif pengendalian banjir untuk Mengurangi Debit Banjir Sungai Way Laala Di Kabupaten Seram Bagian Barat", Debit banjir rencana Periode ulang 25 tahun (Q₂₅) sungai Way Laala sebesar 55,1 m³/detik dan Hasil pemodelan HEC RAS dengan input hidrograf banjir kala ulang 25 tahun (Q₂₅) kondisi sungai Way Laala mengalami overtopping pada semua station setinggi 0,2 – 1,3 m dengan luasan banjir sebesar 0,18 km² atau 180 m²

Terdapat tiga solusi alternatif untuk penanganan banjir dan hasilnya 1) Pasca dilakukan normalisasi sungai di area studi kasus sepanjang 481 m, luapan banjir yang terjadi di sungai di lokasi penelitian sebesar 0,11km² atau 110 m². Hasil seperti ini dapat dikatakan bahwa alternatif Normalisasi dapat mengurangi luapan banjir sebesar 39% dari kondisi eksisting. 2) Pasca dilakukan perencanaan alternatif tanggul di sepanjang area studi kasus sepanjang 481 m, luapan banjir yang terjadi di sungai di lokasi penelitian sebesar 0.01 km² dari kondisi eksisting. Alternatif perencanaan tanggul dapat mengurangi luapan banjir sebesar 99%. 3) Diversion channel direncanakan berdasarkan kapasitas maksimum sungai Way Laala dalam mengalirkan debit, dari hasil trial and error pada pemodelan HEC RAS diperoleh (Q) 17 m³/detik. Berdasarkan hasil pengurangan (Q₂₅) dengan kapasitas maksimum sungai Way Laala maka direncanakan diversion channel untuk menampung debit banjir (Q) 38,1 m³/detik. Alternatif diversion channel tergolong alternatif yang sangat mahal namun perencanaan alternatif ini di golongkan menjadi plan perencanaan dalam jangka panjang waktu yang ditentukan adalah >20 tahun.

Daftar Rujukan

- Haryanto, S., & Irawan, D. (2017). Evaluasi kapasitas tampungan sungai dan strategi pengendalian banjir di daerah aliran sungai (DAS) Ciliwung. *Jurnal sumber daya air*, 13(1), 32-42. <https://doi.org/10.32502/jsda.v13i1.102>
- Utama, R. S., & Wulandari, D. (2018). Analisis kapasitas aliran dan upaya mitigasi banjir pada daerah aliran sungai (DAS) Serang. *Jurnal teknik sipil*, 22(2), 101-110. <https://doi.org/10.5614/jts.2018.22.2.4>
- Setyawan, P. B., & Andini, N. (2019). Strategi mitigasi banjir dengan pendekatan ekohidrolik di wilayah hilir sungai. *Jurnal teknik lingkungan*, 15(3), 67-75. <https://doi.org/10.14710/jtl.15.3.67-75>
- Wibisono, R., & Santoso, P. B. (2020). Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kapasitas aliran dan risiko banjir di DAS Way Besai. *Jurnal Manajemen sumber daya alam dan lingkungan*, 9(2), 45-55. <https://doi.org/10.29244/jmsdl.9.2.45-55>
- Yuliana, R., & Kurniawan, H. (2021). Pengendalian banjir berbasis ekohidrolik: Studi kasus di Sungai Brantas. *Jurnal Pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan*, 11(4), 123-135. <https://doi.org/10.7454/jpsdl.v11i4.415>
- Cahyono, A. T. (2011). *Perencanaan pengendalian banjir Kota Sampang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Affandy, N. A. (2011). *Pemodelan hujan-debit menggunakan model HEC-HMS di DAS Sampean Baru*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Jayadi, R., & others. (2015). *Petunjuk cara pemakaian paket model HEC-HMS*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.